

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения

Специальность Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)

Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Тема работы
Модернизация автоматизированной системы гидроциклонной установки дробления и измельчения руды

УДК 622.755:004.384-048.35

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8202	Рамазанов А. Р.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Нач. АСУ ТП управления автоматизации производства АО "АГМК"	Алимов Зарифжон Заирович			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	Петухов Олег Николаевич	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭиБЖ	Извеков Владимир Николаевич	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лиепиньш Андрей Вилнисович	К.Т.Н.		

Томск – 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)

Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ИКСУ

 (Подпись) (Дата) Лиепиньш А.В.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

дипломной работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-8202	Рамазанову Айрату Ринатовичу

Тема работы:

Модернизация автоматизированной системы гидроциклонной установки дробления и измельчения руды
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду; энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объект исследования: отделение дробления и измельчения руды. Режим работы – непрерывный. Объекты процесса: гидроциклонная установка, зумпф, мельница, насос. Повышенные требования к точности.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Модернизация автоматизированной системы гидроциклонной установки отделения дробления и измельчения руды. Разработка схем автоматизации. Выбор комплекса технических средств. Разработка схем соединений внешних проводов. Моделирование технологического процесса.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Структурная схема. Принципиальная технологическая схема. Функциональные схемы автоматизации. Схемы соединений внешних проводов.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Петухов Олег Николаевич
Социальная ответственность	Извеков Владимир Николаевич
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	13.02.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Нач. АСУ ТП управления автоматизации производства АО "АГМК"	Алимов Зарифжон Заирович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8202	Рамазанов Айрат Ринатович		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) – Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)

Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

Уровень образования – дипломированный специалист

Период выполнения – весенний семестр 2016 учебного года

Форма представления работы:

дипломная работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	60
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель каф. ИКСУ	Семенов Николай Михайлович			

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лиепиньш Андрей Вилнисович	К.Т.Н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 119 страниц, 27 рисунков, 15 таблиц, 1 список использованных источников на 18 наименований, 5 приложений.

Ключевые слова: автоматизированная система, насосная гидроциклонная установка, комплекс аппаратно-технических средств, зумпф, мельница, схема автоматизации, структурная схема, принципиальная схема, схема внешних проводок, проектирование, модернизация, технологический процесс, регулирование, управление, контроль, программируемый логический контроллер, панель, интерфейс, автоматизированное рабочее место.

Объектом исследования является насосная гидроциклонная установка медной обогатительной фабрики отделения дробления и измельчения руды.

Цель работы – проектирование автоматизированной системы управления насосной гидроциклонной установки медной обогатительной фабрики отделения дробления и измельчения руды.

Работа представляет собой проект по модернизации автоматизированной системы управления насосной гидроциклонной установки.

При выполнении работы использовались программные продукты, такие как:

- Microsoft Office 2013;
- Autodesk AutoCAD 2015;
- Mathcad;
- Matlab.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2013 и представлена на CD (в конверте на обороте обложки).

СОДЕРЖАНИЕ

Обозначения и сокращения	8
Введение	9
1 Техническое задание	11
1.1 Назначение и цели создания Системы	11
1.1.1 Назначение Системы	11
1.1.2 Цели создания Системы	11
1.2 Характеристика объекта автоматизации	12
1.3 Требования к Системе	13
1.3.1 Требования к Системе в целом	13
1.3.2 Требования к структуре и функционированию Системы	14
1.3.3 Требования к эргономике и технической эстетике	16
1.3.4 Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов Системы	17
1.3.5 Требования к защите информации от несанкционированного доступа	20
1.3.6 Требования по стандартизации и унификации	21
1.3.7 Требования по сохранности информации при авариях	22
1.4 Требования к функциям, выполняемым Системой	22
1.5 Требования к видам обеспечения	27
1.5.1 Требования к математическому обеспечению	27
1.5.2 Требования к информационному обеспечению	28
1.5.3 Требования к лингвистическому обеспечению	28
1.5.4 Требования к программному обеспечению	29
2 Описание технологического процесса	35
2.1 Общее описание технологического процесса отделения дробления и измельчения руды медной обогатительной фабрики	35
2.2 Описание технологического процесса отделения измельчения корпуса самоизмельчения	36
3 Разработка структурной схемы	39
4 Разработка схемы автоматизации	42
5 Выбор комплекса технических средств	46
5.1 Выбор контроллерного оборудования	46
5.2 Выбор преобразователя частоты	49
5.3 Выбор устройств и исполнительных механизмов	51
5.4 Нормирование погрешности канала измерения	52
6 Разработка принципиальных Электрических схем	55
7 Разработка алгоритмов управления	57
7.1 Обработки аналогового параметра	57
7.2 Алгоритм обработки дискретного сигнала	60
8 Моделирование системы автоматического регулирования уровня в технологическом зумпфе	62
8.1 Синтез системы автоматического регулирования уровня	62
8.2 Результаты моделирования	66

9	Разработка проекта в SCADA-пакете	70
9.1	Выбор SCADA-пакета	70
9.2	Описание SCADA-проекта	71
9.2.1	Настройка пороговых значений	71
9.2.2	Настройка ПИД-регуляторов	74
9.3	Описание работы системы управления	75
9.3.1	Ручной режим	76
9.3.2	Автоматический режим	77
9.3.3	Управление подачей воды в мельницу	78
9.4	Диагностика состояния системы	79
10	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	81
10.1	Цели и задачи	81
10.2	Организация и планирование комплекса работ	81
10.3	Оценка коммерческого и инновационного потенциала инженерных решений	85
10.4	Расчет затрат на перевооружение	86
10.5	Расчет условно-годовой экономии от автоматизации	88
10.6	Расчет экономического эффекта, коэффициента эффективности и сока окупаемости капитальных затрат	88
11	Социальная ответственность	93
11.1	Аннотация	93
11.2	Введение	94
11.3	Производственная безопасность	94
11.3.1	Анализ опасных и вредных производственных факторов	94
11.4	Производственная санитария	95
11.4.1	Микроклимат	95
11.4.2	Освещенность	95
11.4.3	Шум и вибрация	99
11.5	Техника безопасности	100
11.5.1	Электробезопасность на рабочем месте	100
11.6	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	103
11.6.1	Пожарная безопасность	103
11.7	Экологическая безопасность	105
11.8	Правовые и организационные требования	106
11.8.1	Эргономические требования к организации и оборудованию рабочих мест с ЭВМ	106
	Заключение	108
	Список использованных источников	109
	Приложение А Схема принципиальная технологическая НГЦУ	111
	Приложение Б Схема структурная комплекса технических средств	112
	Приложение В Вид общий оборудования НГЦУ	113
	Приложение Г Схема автоматизации	115
	Приложение Д Схема принципиальная электрическая	116
	Приложение Е Календарный план-график выполнения работ	117

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Аббревиатура	Расшифровка
АР	Автоматическое регулирование
АРМ	Автоматизированное рабочее место
АСУ ТП	Автоматизированная система управления технологическим процессом
АС (АСУ)	Автоматизированная система (автоматизированная система управления)
ГЦ (НГЦУ)	Гидроциклон (насосная гидроциклонная установка)
ГОСТ	Государственный стандарт
ДУ	Режим дистанционного управления
ЗИП	Запасные части, инструменты и принадлежности
ЗРА	Запорно-регулирующая аппаратура
ИК	Измерительный канал
ИМ	Исполнительный механизм
ИС	Измерительная система
ИБП	Источник бесперебойного питания
КИП	Контрольно-измерительные прибор
КСИ	Корпус самоизмельчения
КТС	Комплекс технических средств
ЛВС	Локальная вычислительная сеть
МИ	Методика измерений
ММПС	Мельница мокрого полусамоизмельчения
МШЦ	Мельница шаровая с центральной разгрузкой
НТД	Нормативно-техническая документация
ОИ	Отделение измельчения
ОП	Отделение полуизмельчения
ПУЭ	Правила устройства электроустановок
ПУ	Перегрузочный узел
ПЭВМ	Персональная электронно-вычислительная машина
СВТ	Средства вычислительной техники
СКДР	Склад крупнодробленой руды
РД	Руководящий документ; рабочая документация
РЭ	Руководство по эксплуатации
РУ	Режим ручного управления
САР	Система автоматического регулирования
СКУ	Средства контроля и управления
СО	Станция оператора
ТЭП	Технико-экономические показатели
БТ	Блокировка технологическая
ЗТ	Защита технологическая
ТЗ	Техническое задание
ТУ	Технические условия
ТЭЗ	Типовой элемент замены
УСО	Устройство связи с объектом
ЦПУ	Центральный пульт управления
ПЛК	Программируемый логический контроллер
ТП	Технологический процесс

ВВЕДЕНИЕ

В угольной, нефтедобывающей и металлургической промышленности нередко находит широкое применение такое оборудование, как гидроциклон. Данное оборудование применяется для извлечения частиц руды и шлама из водной суспензии.

Гидроциклон – аппарат, предназначенный для обесшламливания, сгущения шламов и продуктов флотации, осветления оборотных вод, классификации рудной пульпы в стадиях тонкого измельчения в замкнутом цикле с шаровыми мельницами и обогащения тонких фракций угля и руд в водной среде и тяжелых суспензиях в центробежном поле, создаваемом в результате вращения пульпы.

В основу технологии гидроциклона положено использование вращательного движения, при котором под действием центробежной силы происходит разделение веществ с различной плотностью. Что-то подобное происходит в центрифугах или сепараторах. Различие заключается в том, что в данном случае для создания вращательного движения жидкости используется энергия текущего водного потока. В процессе вращения потока по круговой траектории на него начинает действовать центробежная сила, которая будет повышать давление у периферии и создавать разрежение в центре.

В отличие от центрифуг и центробежных насосов вращательное движение жидкости осуществляется не за счет вращения частей этих аппаратов, а за счет тангенциального введения потока в корпус аппарата, имеющего цилиндрическую форму. Увеличение скорости вращения жидкости происходит при попадании потока из цилиндрической части гидроциклона в коническую. В этот момент частицы механических примесей и взвеси отбрасываются к стенкам, которые перемещаются по спиральной траектории по конической поверхности к вершине конуса и затем попадают в камеру для сбора примесей. В то же время осветленный поток перемещается к центру вращения, где находится зона разрежения и выбрасывается из аппарата.

Гидроциклоны могут применяться как самостоятельные аппараты, либо объединенными в батареи в открытых или замкнутых циклах измельчения, отмывочных установках очистных сооружений.

Целью данной работы является разработка программно-аппаратного комплекса для автоматизированного управления насосной гидроциклонной установки (НГЦУ), который позволит контролировать и управлять технологическим процессом.

Актуальность данного дипломного проекта обусловлена тем, что модернизация автоматизированной системы управления (АСУ) НГЦУ приведет к повышению стабильности работы установки и, как следствие, к снижению потенциального риска аварии. На данный момент проект по модернизации внедрен, и спроектированная АСУ успешно функционирует.

1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1.1 Назначение и цели создания Системы

1.1.1 Назначение Системы

Система предназначена для выполнения следующих функций:

- непрерывный централизованный контроль состояния работы основного технологического оборудования;
- дублирование (индикация) состояния электрических блокировок, световой и звуковой сигнализации от систем агрегатного уровня управления;
- представление текущей информации в режиме реального времени в удобном для оператора виде (визуализация);
- сбор значений технологических параметров;
- расчёт управляющих воздействий на исполнительные органы подсистем стабилизации параметров;
- статистическая обработка полученной информации, представление её по вызову оператора в виде трендов, таблиц, диаграмм;
- ведение архива полученных данных на сервере;
- фиксация технологических аварий;
- формирование сменных, суточных отчётов;
- обмен информацией с АСУ фабрики.

1.1.2 Цели создания Системы

Целью создания АСУ является централизованный сбор и обработка информации, получаемой от КИП и систем агрегатного уровня управления, с целью контроля, управления и визуализации основных ТП в едином операторском пункте.

1.2 Характеристика объекта автоматизации

В состав корпуса самоизмельчения (КСИ) входят:

- отделение полусамозмельчения (ОП) в составе:
 - 1) мельница ММПС-9500х5400 – 1 шт.;
 - 2) грохот 2ГРС 2,5х6,0000 РС с системой отмывки – 1 шт.;
 - 3) конвейер ленточный КСИ-1 $B = 1600, L = 80 \text{ м}$ – 1 шт.;
 - 4) конвейер ленточный КСИ-2 $B = 1000, L = 35 \text{ м}$ – 1 шт.;
 - 5) весы конвейерные ВКЭ-1,6 $B = 1600 \text{ мм}$ – 1 шт.;
 - 6) таль электрическая г/п 1 т, $H_{\text{под}} = 6 \text{ м}$ – 4 шт.;
 - 7) кран мостовой электрический г/п 30/5 т – 1 шт.;
 - 8) кран мостовой электрический г/п 10 т – 1 шт.;
 - 9) весы конвейерные ВКЭ-1 $B = 1000 \text{ мм}$ – 1 шт.;
 - 10) металлодетектор для конвейера $B = 1000$ – 1 шт.;
 - 11) подвесной железоотделитель (серии СМПА) – 1 шт.;
 - 12) магнитная система скарпоудаления мельницы – 1 шт.;
 - 13) шародозирующее устройство – 1 шт.;
 - 14) насос дренажный 54НС $N_{\text{дв}} = 30 \text{ кВт}$ – 2 шт.;
- отделение измельчения (ОИ) в составе:
 - 1) шаровая мельница МШЦ-5800х8100 – 2 шт.;
 - 2) гидроциклонная установка 650 (6 + 1) – 2 шт.;
 - 3) агрегат электронасосный 450NZJA-MR $N_{\text{дв}} = 630 \text{ кВт}$ – 4 шт.;
 - 4) таль электрическая г/п 1 т, $H_{\text{под}} = 6 \text{ м}$ – 4 шт.;
 - 5) кран мостовой электрический г/п 30/5 т – 1 шт.;
 - 6) кран мостовой электрический г/п 10 т – 1 шт.;
 - 7) магнитная система скарпоудаления мельницы – 2 шт.;
 - 8) шародозирующее устройство – 2 шт.;
 - 9) насос дренажный 54НС $N_{\text{дв}} = 30 \text{ кВт}$ – 2 шт.;
 - 10) грохот 1ГРС 2х5АО – 1 шт.

В настоящей работе наиболее подробно рассматривается отделение измельчения. Технологическая схема рассматриваемого участка приведена в приложении А.

1.3 Требования к Системе

1.3.1 Требования к Системе в целом

Система должна соответствовать требованиям, изложенным в настоящем ТЗ, соответствовать ГОСТ 24.104-85 "Автоматизированные Системы Управления. Общие требования" и другим действующим нормативным документам, касающимся АСУ и электроустановок в целом, а также требованиям ПБ 03-571-03.

Система должна быть выполнена как многоуровневая система. На верхнем уровне располагаются: централизованный шкаф управления на базе специализированного микропроцессорного оборудования, серверы баз данных, оборудование технологических сетей передачи данных, рабочие места операторов на базе персональных компьютеров для отображения и регистрации состояния технологического процесса и оборудования. На среднем уровне располагаются коммуникационные шкафы, включающие в себя кроссовые клеммные ряды и активное коммуникационное оборудование (включая промышленные контроллеры). На нижнем уровне располагаются: локальные подсистемы (включая промышленные контроллеры, полевое и любое другое оборудование подсистем) и различное полевое оборудование, предназначенное для контроля некоторых технологических параметров.

Система должна быть ориентирована на работу в режиме реального времени, и обеспечивать выполнение всех функций с заданной периодичностью и точно в назначенный срок.

Должна быть обеспечена надежная защита Системы:

- от несанкционированного доступа;
- от разрушения, остановки или сбоев работы программного обеспечения в результате некорректных действий оператора технологического процесса;
- от проникновения вирусов.

Должна быть полностью исключена возможность использования станции оператора в качестве персонального компьютера для непроизводственных целей, выходящих за рамки инструкций технолога-оператора.

Для удобства восприятия информации и выработки соответствующих стереотипов у технолога-оператора, вся технологическая информация должна быть организована иерархически, воспроизводя организационную структуру производства в естественной для технологического персонала форме.

1.3.2 Требования к структуре и функционированию Системы

Система представляет собой человеко-машинную систему управления, базирующуюся на специализированной микропроцессорной технике, предназначенной для управления технологическими процессами в режиме реального времени, а также предоставления информации в виде технологических данных, трендов, отчетов в ЛВС предприятия. Структурная схема КТС Системы приведена в Приложении Б.

В качестве топологической структуры построения системы управления выбрана древовидная топология.

В составе программного обеспечения Системы должен быть набор программных модулей – функциональных блоков, позволяющих осуществлять контроль и управление технологическими объектами различных классов. Система должна иметь возможность оперативного конфигурирования прикладного программного обеспечения на отдельной инженерной станции без нарушения работоспособности Системы.

Конфигурирование и настройка Системы под конкретный объект управления должно производиться в человеко-машинной интерактивной среде. Система должна иметь гибкую структуру, обеспечивать модификацию алгоритмов решения задач и наборов, участвующих в них переменных, конфигурирование схем регулирования и управления.

Для информационного обмена между ПЛК подсистем и центральным процессором должна использоваться промышленная сеть Системы, к которой предъявляются следующие требования:

- должен применяться протокол с гарантированным временем реакции сети (например, сети на основе Industrial Ethernet (PROFINET, EtherCat и др.) или PROFIBUS-DP);
- выбранная промышленная сеть должна обеспечивать полную совместимость всего оборудования автоматизации (агрегатные системы управления, коммуникационное оборудование среднего и верхнего уровня, оборудования верхнего уровня);
- при применении сетей на основе Industrial Ethernet, связь между узлами сети, расположенными на расстоянии друг от друга не более 100 м, допускается реализовывать с применением кабелей типа FTP 5e, для больших расстояний должен быть применен оптоволоконный кабель;
- между узлами сети скорость передачи данных не менее 10 Мбит/с.

Для передачи аварийных, блокировочных и прочих сигналов, реализующих функции безопасности при эксплуатации оборудования, допускается применение только сигналов типа "сухой контакт" в соответствии с требованиями действующих нормативных документов, касающихся АСУ и электроустановок в целом, а также требованиям ПБ 03-571-03. Информация может быть продублирована и с применением промышленной сети.

Режим функционирования Системы – круглосуточный. Исключение составляют АРМ, которые могут работать как в круглосуточном режиме, так и периодически (по мере необходимости).

Предусматривается самодиагностика работы Системы с предоставлением диагностической информации обслуживающему персоналу.

В Системе должны иметься как аппаратные, так и аппаратно-программные средства диагностики всех ее компонентов.

Информация о дефектах работы подсистем или отдельного оборудования, выявленных средствами самодиагностики и функционального контроля должна

передаваться в ПТК и по этой информации с задержкой в пределах 1,0 - 2,0 с должны формироваться и автоматически отображаться на мониторах сигналы групповой и индивидуальной сигнализации. Более полная информация о нарушениях, если в ПТК имеются необходимые данные для ее формирования, должна по вызову оператора-технолога и (или) обслуживающего персонала ПТК отображаться на экранах мониторов, протоколироваться и заноситься в архив.

Система должна иметь архитектуру, позволяющую добавлять новые и модифицировать существующие программные или аппаратные модули с целью расширения или изменения функциональности. В процессе добавления или изменения функциональности не должна нарушаться работоспособность Системы.

1.3.3 Требования к эргономике и технической эстетике

Взаимодействие человека с Системой осуществляется через рабочее место технолога-оператора, оборудованное операторской станцией, в состав которой входят цветные графические терминалы, алфавитно-цифровая и функциональная клавиатура, и печатающие устройства. Общие эргономические требования, регламентирующие организацию рабочего места, взаимное расположение средств связи в пределах рабочего места принимаются по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Станции технолога оператора должны быть оснащены функциональной клавиатурой, обеспечивающей возможность прямого выбора необходимого фрагмента информации путем однократного прикосновения к элементу клавиатуры с надписью на русском языке.

Отображение информации на экранах дисплеев должно обеспечивать получение для каждой зоны контроля и управления полной характеристики текущего состояния, архивных данных технологического процесса и оборудования в виде, наиболее удобном для восприятия в конкретной ситуации.

Размеры экрана должны быть не менее 19 дюйма по диагонали. Кроме того, в составе оборудования для операторской должна быть предусмотрена настенная жидкокристаллическая панель размером 55 дюйма для максимально

полного отображения мнемосхемы технологического процесса. Фрагменты изображения не должны быть перенасыщены информацией и разнообразием цветовой гаммы.

Предупредительная и предаварийная сигнализация должна сопровождаться мерцанием и изменением цвета цифровых значений переменных на экране дисплея, а также звуковой сигнализацией, квитируемой технологическим персоналом.

Уровни освещённости рабочих мест персонала должны соответствовать характеру и условиям труда. Должна быть предусмотрена защита от слепящего действия света и отражения (бликов).

Компоновка технических средств Системы должна быть рациональной, как с точки зрения монтажных связей между ними, так и удобства их эксплуатации и обслуживания.

1.3.4 Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов Системы

Условия эксплуатации должны удовлетворять требованиям ТУ на используемые технические средства.

КТС должен выполнять свои функции и сохранять свои показатели в пределах установленных значений при следующих условиях эксплуатации:

- степень защиты (обеспечиваемая оболочками) по ГОСТ 14254-96:
 - 1) для объектов внутри помещений операторской и аппаратной КИП - IP20 и выше;
 - 2) для объектов в остальных помещениях и вне помещений – не менее IP54;
- рабочий диапазон температур:
 - 1) на открытом воздухе от минус 50 до плюс 45 °С;
 - 2) в неотапливаемых помещениях от минус 50 до плюс 40 °С;
 - 3) в отапливаемых помещениях от плюс 5 до плюс 40 °С;
- относительная влажность воздуха:

1) для устройств верхнего уровня до 80 % при 25 °С;
2) для устройств нижнего уровня до 90 % при 25 °С;
– атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
– содержание коррозионно-активных агентов в атмосфере помещения не должно превышать 30 - 60% от величин, определяемых для атмосферы IV типа:

1) сернистого газа от 20 до 250 мг/м³;
2) хлоридов от 0,3 до 30 мг/м³;
– содержание пыли в помещении не более 1,03 мг/м при размере частиц не более 3 мкм;
– воздействие вибрации в диапазоне частот от 10 до 25 Гц с амплитудой не более 0,1 мм;
– напряженность внешних магнитных полей постоянного и переменного тока промышленной частоты любого направления напряженностью до 400 А/м, напряженность внешних электрических полей переменного тока напряженностью до 10 кВ/м;
– окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию, не насыщенная водяными парами и токоведущей пылью.

Условия эксплуатации средств вычислительной техники, входящей в состав Системы, должны соответствовать ГОСТ 21552-84.

Электроснабжение верхнего уровня, коммуникационного оборудования среднего уровня и шкафов управления нижнего уровня (шкафы контроллеров и датчиков) должно быть реализовано с использованием системы бесперебойного электропитания.

Система бесперебойного питания должна обеспечивать также стабилизацию напряжения и частоты. В случае прекращения подачи питания на вход системы ИБП, автоматически должен подключаться комплект аккумуляторных батарей, обеспечивающих питание всех технических средств КТС в течение не менее 10 минут после прекращения подачи электроэнергии.

В нормальном режиме работы должна автоматически осуществляться подзарядка батарей.

Для помещений, в которых располагаются средства вычислительной техники, должна быть предусмотрена система кондиционирования воздуха с резервируемым электропитанием, фильтрацией и очисткой.

В Системе должны использоваться технические средства, соответствующие по устойчивости к климатическим воздействиям по ГОСТ 15150-69 УХЛ 3.

Техническое обслуживание системы должно включать следующие режимы:

- текущее обслуживание;
- профилактическое обслуживание;
- регламентное обслуживание.

Текущее обслуживание должно включать контроль функционирования технических компонентов системы и восстановление их работоспособности при неисправности и отказах их технических и программных средств. Текущее обслуживание должно производиться оперативно-ремонтным персоналом путём замены неисправных технических средств или их компонентов из состава ЗИП, а также при необходимости переустановкой программных компонентов.

Объём, трудозатраты и порядок выполнения профилактического и регламентного обслуживания всех компонентов Системы, в том числе датчиков, должны соответствовать их ТУ.

Регламентное обслуживание всей Системы, требующее отключения электропитания, должно проводиться не чаще одного раза в год, во время планового ремонта технологического оборудования объекта автоматизации, а также во время его остановов. По своим трудозатратам и выполняемым функциям регламентное обслуживание не должно требовать привлечения дополнительного персонала, за исключением персонала, оговорённого в организационно-штатной структуре системы.

Должны обеспечиваться следующие требования по хранению ЗИП и компонентов системы:

- места размещения технических средств должны удовлетворять требованиям СП 2.2.1.1312-03 и других нормативных документов;
- в помещении аппаратуры компонентов системы должны быть предусмотрены средства контроля температуры, влажности и запылённости;
- условия хранения компонентов системы должно соответствовать ТУ на эти средства;
- относительная влажность среднегодовая 60 % при 20 °С, верхнее значение 80% при 25 °С;
- отсутствие солнечного излучения, воздействия дождя и плесневых грибков.

Система изначально должна быть обеспечена комплектом ЗИП в количестве, предусмотренном договором. В течение всего оставшегося срока службы комплект ЗИП должен пополняться в соответствии с условиями договора на сервисное обслуживание.

1.3.5 Требования к защите информации от несанкционированного доступа

Система проектируется как “замкнутая” с возможностью выдачи отчетов по запросам пользователей других систем МОФ в зависимости от уровня доступа. Система должна автоматически вести Журнал учета пользователей, записи которого должны содержать полную информацию о работе и действиях пользователей Системы. Эти данные должны быть защищены от возможного вмешательства и изменения после их регистрации. Функция защиты информации и межсетевые интерфейсы должны обеспечить контроль и управление доступом к Системе. Эти функции должны быть включены в набор системных средств управления и контроля, включая функции обеспечения межсетевого взаимодействия.

Возможности по обеспечению защиты информации в Системе должны включать, как минимум, следующее:

- должна использоваться концепция работы с Системой только зарегистрированных пользователей, исключающая возможность несанкционированного доступа;
- каждый пользователь (оператор или прикладная программа с использованием межсетевого интерфейса) получает доступ в Систему только с использованием пароля;
- для индивидуальных пользователей должны быть установлены различные уровни доступа, контролируемые Системой.

Каждый пользователь должен иметь собственный набор разрешенных действий для просмотра или изменения данных и информационно-управляющих функций. К ним относятся, в частности, следующие виды защиты и ограничений доступа к данным и функциям Системы:

- обеспечение защиты информации в процессе работы;
- ограничение доступа для персонала;
- ограничение возможностей изменения или модификации данных;
- персонала;
- ограничение доступа к выполнению инженерных функций;
- ограничения на добавление, удаление, изменение, модификацию данных;
- протоколирование событий с начала и до завершения работы технолога-оператора с Системой (с персонификацией лица, вносящего изменения), и их распечатка независимо от успешности выполнения этих операций.

1.3.6 Требования по стандартизации и унификации

Разрабатываемая Система должна быть универсальной, обеспечивать возможность её использования на широком классе объектов управления и соответствовать достигнутому мировому уровню в области создания Системы по функциональному развитию, удобству эксплуатации и обслуживания.

При проектировании следует:

- обеспечить совместимость изделий различных производителей;

- использовать современные операционные системы с возможностью настройки Системы;
- использовать стандартные общепризнанные сетевые протоколы;
- использовать базовые конструкции (шкафы, стойки и т.п.) – в соответствии с общепризнанными стандартами;
- КТС должен допускать модернизацию и функциональное расширение Системы.

1.3.7 Требования по сохранности информации при авариях

Временный отказ технических средств или потеря электропитания не должны приводить к разрушению накопленной или усредненной во времени информации.

1.4 Требования к функциям, выполняемым Системой

Состав функций Системы должен быть достаточным для работы во всех эксплуатационных режимах, которые в соответствии с режимами работы оборудования подразделяются на нормальные, переходные, аварийные и специальные.

Во всех режимах должно обеспечиваться следующее: безопасность персонала, целостность оборудования, защита окружающей среды.

Система должна выполнять комплекс взаимосвязанных информационных, управляющих и вспомогательных функций.

К информационным функциям системы относятся:

- измерение и контроль технологических параметров;
- обнаружение, сигнализация и регистрация отклонений параметров от установленных границ;
- ручной ввод данных;
- формирование и выдача оперативных данных персоналу;
- формирование и печать отчетных документов;
- архивирование истории изменения параметров;
- расчетные задачи;

- контроль и регистрация действия защит.

Управляющие функции, которые должны выполняться Системой:

- автоматическое регулирование;
- логическое управление;
- технологические и защитные блокировки.

Автоматическое регулирование и программно-логическое управление должны включать в себя проверку входного сигнала на достоверность, формирование управляющего воздействия, и выдачу управляющего воздействия на исполнительный механизм.

Для функции управления должна быть обеспечена реализация основных законов регулирования (П, ПД, ПИД, Соотношение, Упреждение и т.д.). В каждом контуре должна быть предусмотрена возможность дистанционного ("ручного") управления со станций технолога-оператора, а также безударный переход с режима ручного управления на автоматическое управление, и наоборот.

В "дистанционном" режиме оператор-технолог с пульта осуществляет управление объектом на основе информации о состоянии оборудования. С помощью указанного режима должны обеспечиваться:

- возможность дистанционного запуска (при отсутствии запрещающих блокировочных сигналов) и останова технологических линий в автоматическом режиме;
- изменения заданий регуляторам;
- вывод оборудования из работы в послеаварийных состояниях с выполнением неавтоматизированных операций;
- воздействие на технологический процесс в предаварийных и непредвиденных режимах.

В "диалоговом" режиме оперативный персонал должен иметь возможность корректировать условия задач, решаемых системой (например, изменять параметры настройки).

Управление ИМ должно осуществляться с учетом приоритетов поступающих сигналов.

Высшим приоритетом обладают сигналы технологических защит.

Следующие по приоритету – команды логических задач (блокировок нормальной эксплуатации), последующие – команды управления ИМ оператором.

Управление ИМ должно осуществляться по последней поданной команде.

В автоматических регуляторах должны предусматриваться системотехнические решения, обеспечивающие их устойчивую работу в диапазоне допустимых нагрузок.

Изменение задания регуляторам должно осуществляться либо непосредственным вводом нового значения в поле ввода задания, либо воздействием на кнопки "задание больше" и "задание меньше" (после процедуры подтверждения прав доступа лица, вносящего изменения). Величина задания должна индизироваться на пульте оператора-технолога.

Для дистанционного изменения положения регулирующего органа, на панели управления регулятором должны быть предусмотрены соответствующие органы управления.

Должен осуществляться контроль достоверности используемой в авторегуляторе информации и исправности ИМ. При обнаружении недостоверности, регулятор должен отключаться с сигнализацией отключения на мнемосхеме и регистрацией времени и первопричины отключения. Повторное включение задачи автоматического регулятора должно производиться оператором-технологом после устранения неисправности.

Функция логического управления должна обеспечить выполнение всех остановочных операций. Логическое управление должно действовать во всех режимах технологического объекта: пусковом, нормальном режиме, а также во время аварийных или плановых остановок.

Функция локальных защит и блокировок должна обеспечить защиту оборудования от нештатных ситуаций и режимов работы, которые сопряжены с переходом оборудования в аварийное состояние.

Необходимо предусматривать управление приводами в соответствии с нормативными требованиями по безопасной эксплуатации оборудования, как местными кнопками управления, так и другими ручными органами управления.

В электрических схемах управления двигателями механизмов (особенно, для механизмов поточно-транспортных систем) должны быть предусмотрены кнопки аварийного останова, устанавливаемые по месту. Эти кнопки должны разрывать оперативные цепи управления механизмов без участия микропроцессорной техники, сигнализация о нажатии данных кнопок должна передаваться на "верхний уровень". При аварийном останове повторный запуск механизма возможен только при наличии разрешения на запуск (отсутствие блокировочных сигналов) и только после возвращения кнопки аварийного останова в нормальное положение и квитирования аварии оператором-технологом на АРМ. Сигналы аварийного останова должны иметь самый высокий приоритет при управлении механизмами.

Дистанционное управление оборудованием с операторских мест должно осуществляться с применением видеокадров, на которых отображено соответствующее оборудование, с помощью манипулятора "мышь" или с помощью функциональной клавиатуры с проверкой прав доступа лица, вносящего изменения.

Вспомогательные функции, обуславливающие качество и надежность работы Системы, выполняемые автоматически, должны обеспечивать:

- диагностику состояния программно-технических средств управления;
- проверку достоверности информационных сигналов;
- информирование инженера Системы (одновременно с диспетчером) при отказе технических устройств с указанием устройства, места, времени и вида отказа;
- регистрацию ошибок, отказов, неисправностей и действий по их устранению;

- ручную коррекцию системного времени на станции и с автоматической коррекцией на контроллерах;
- перенастройку системы (реконфигурацию и параметрическую настройку программного обеспечения);
- экранную помощь оператору.

Перечень вспомогательных функций, выполняемых инженером Системы:

- проверка правильности функционирования технических и программных средств Системы и выявление неисправностей, не распознанных автоматически с регистрацией дефектов;
- отключение и замена отказавших технических средств;
- установка запретов или разрешений прохождения информации по каналам измерения и сигнализации.

АСУ ГЦ предназначены для контроля технологических параметров насос-гидроциклонных установок, управления насосами зумпфа и вспомогательными механизмами:

- пуск и останов насосной установки по заданному алгоритму;
- стабилизация давления на входе гидроциклонов;
- стабилизация плотности питания гидроциклонов;
- контроль уровня в зумпфе.

АСУ ГЦ должны выполнять свои функции в следующих режимах:

- автоматическом – по заданному алгоритму с возможностью запуска (при отсутствии запрещающих блокировочных сигналов), останова и задания параметров работы как от АРМ диспетчера, так и от НМІ агрегатной системы управления;
- ручном (местном) – по командам оператора от местных устройств (постов, пультов, шкафов управления и т.п.).

АСУ гидроциклонных установок (АСУ ГЦ) разрабатываются и поставляются комплектно с установками JIANGXI NAIPU MINING MACHINERY AND NEW MATERIALS CO. LTD, Китай.

1.5 Требования к видам обеспечения

1.5.1 Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение Системы должно обеспечивать реализацию перечисленных в данном ТЗ функций, а также выполнение операций конфигурирования, программирования, управления базами данных и документирования.

Прикладное программное обеспечение Системы должно обеспечить реализацию требуемых алгоритмов контроля, регулирования и защиты, отображения информации.

Используемые алгоритмы по возможности должны быть унифицированы, и разрабатываться по модульному принципу.

На этапе разработки конфигурации управляющего комплекса должна быть выполнена декомпозиция задач на функциональные блоки. Каждый из этих функциональных блоков предназначен для выполнения некоторых функций исходной задачи. Декомпозиция задач на функциональные блоки упростит реализацию задач и проведение отладки.

Математическое обеспечение должно обеспечить реализацию основных функций:

- первичной обработки сигналов;
- обработки, накопления, усреднения, интегрирования данных и внесения корректив;
- программно-логического и непрерывного управления.

Математическое обеспечение должно позволять выполнять, как минимум, следующие операции:

- сложение, вычитание, деление, умножение;
- извлечение квадратного корня, возведение в степень;
- интегрирование и дифференцирование;
- операции с логарифмами;
- логические операции И, ИЛИ, НЕ;
- действия с селекторами сигналов, таймерами, триггерами, звеньями задержки.

1.5.2 Требования к информационному обеспечению

Информационное Обеспечение Системы включает в себя следующие категории данных:

- текущие значения технологических переменных, поступающих в Систему в результате опроса датчиков и первичной обработки информации;
- скорректированные по температуре и (или) давлению значения расходов;
- обработанные данные – усредненные или сглаженные за определенные периоды времени значения переменных, расчетные значения комплексных технологических показателей, их средние, интегральные и удельные значения за определенные периоды (час, смена, сутки, месяц, год);
- данные лабораторных анализов и прочие параметры, вводимые вручную;
- конфигурации;
- границы переменных, настроечные параметры алгоритмов управления.

Структура построения данных должна основываться на единой базе данных, содержащей все категории данных. Надёжность информационного обмена между модулями системы обеспечивается дублированием шин передачи данных. Кроме того, все данные, пересылаемые таким методом, снабжаются уникальным номером, который обеспечивает контроль правильности прохождения информации по каждому модулю Системы.

1.5.3 Требования к лингвистическому обеспечению

Лингвистическое обеспечение должно быть рассчитано на пользователя, специалиста в своей предметной области, не владеющего универсальными языками программирования.

Лингвистическое обеспечение оператора должно сводиться к системе видеокадров и текстовых сообщений, снабженных необходимыми "меню", "подсказками" и "помощью", при организации диалога персонала с техническими

средствами. Вся текстовая информация должна быть выполнена на русском языке.

Язык общения должен обеспечивать иерархическую структуру поиска, минимальное число нажатий клавиш для вызова информации и, по возможности, образное представление информации и выполняемых функций.

1.5.4 Требования к программному обеспечению

Система должна являться многозадачной, многопользовательской с повышенными требованиями к защите памяти и файловой системы. Система должна обеспечивать большую скорость передачи данных по сети, а также высокую скорость архивирования в условиях ударных информационных нагрузок.

Программное обеспечение системы должно подразделяться на два уровня:

- уровень системы визуализации (SCADA-системы – "верхний" уровень);
- уровень технологических контролеров ("нижний" уровень).

1.5.5 Требования к техническому обеспечению

ПТК должен представлять собой интегрированную иерархическую систему, состоящую из аппаратно и программно совместимых технических средств, объединенных средствами передачи данных.

Система должна состоять из следующих компонентов:

- шкафы управления;
- системы и средства передачи данных;
- полевое оборудование;
- средства представления информации - станции оператора (АРМы),
- станция системного инженера;
- сервер БД;
- системы и средства вывода отчетной документации;
- система бесперебойного питания.

1.5.5.1 Требования к микропроцессорной технике управления (включая контроллеры)

Микропроцессорная техника управления предназначена для выполнения алгоритмов защит и блокировок, дистанционного контроля и управления электрооборудованием и автоматического контроля и регулирования параметров технологического процесса производства.

Перечень назначения микропроцессорной техники:

- прием и обработка сигналов от первичных измерительных преобразователей, датчиков состояния оборудования;
- реализация информационных и управляющих функций;
- выдача управляющих сигналов на исполнительные органы.

Микропроцессорная техника должна располагаться в шкафах управления, предназначенных для ее размещения и содержащих клеммы для внешних подключений.

Микропроцессорная техника в части сбора, первичной обработки и выдачи информации должна обеспечивать:

- прием и выдачу сигналов постоянного тока 4-20 мА по ГОСТ 26.011;
- прием и выдачу сигналов напряжением до 220 В постоянного и переменного тока через промежуточные реле;
- выдачу сигналов "сухой контакт" с коммутационной способностью по напряжению = 6 ... 30 В / ~ 6 ... 220 В и по току до 500 мА для указанных пределов постоянного тока и до 100 мА для указанных пределов переменного тока;
- прием сигналов по сетевому протоколу выбранного вида промышленной сети;
- циклический опрос датчиков;
- линеаризацию нелинейности характеристик датчиков и масштабирование (приведение к физической шкале) значений параметров;
- контроль выхода параметров за технологические границы;
- контроль достоверности по граничным значениям;

- фиксацию события (присвоение метки времени) и формирование его признака;
- автономный режим работы по заложенной в него программе в случае обрыва связи с верхним уровнем.

Микропроцессорная техника должна иметь в своем составе сетевые устройства для включения в ЛВС Системы. Должна предусматриваться возможность выполнения через интерфейсный канал всех процедур технологического программирования и настройки.

Должна предусматриваться возможность изменения значений параметров настройки по заданному перечню этих параметров без вывода микропроцессорной техники из режима управления.

Микропроцессорная техника управления должна обладать энергонезависимой памятью.

Восстановление отказавших средств на месте их установки должно осуществляться только заменой из ЗИП.

Режим работы – круглосуточный.

1.5.5.2 Требования к системе и средствам передачи информации

Все элементы ПТК должны быть объединены между собой средствами передачи данных, с помощью которых производится обмен информацией между этими элементами. Основным способом обмена информации в ПТК должен быть цифровой.

В качестве базового протокола сетевого (и межсетевого) взаимодействия рекомендуется использовать протоколы семейства IP. Это обеспечит возможность применения разноплатформенной техники при построении, развитии и дальнейшей модернизации Системы. При этом должна быть предусмотрена программная “надстройка” протокола, обеспечивающая его адаптацию к специальным требованиям, предъявляемым к обмену данными в системах реального времени.

Отказ каналов связи не должен влиять на работоспособность подключенных к ним контроллеров. Отказ должен идентифицироваться системой.

Связи ПТК с источниками сигналов должны выполняться кабелями внешних связей. Монтаж и поставка кабелей должны осуществляться по технической документации Разработчика, с учетом исходных данных. Типы кабелей уточняются при разработке рабочей документации.

Необходимо предусмотреть гальваническое разделение аналоговых сигналов (при использовании не искробезопасных цепей) от КИПиА и аналоговых входов/выходов контроллеров.

Все связи аппаратуры Системы с датчиками (источниками аналоговой и дискретной информации) и другими системами должны выполняться гибким кабелем с изоляцией, не поддерживающей горение.

1.5.5.3 Общие требования к КИП

Действия сигнальных выключателей, управляющих устройств, и т.д., должны обеспечивать отказоустойчивость системы. В случае прекращения подачи воздуха и/или потери питания конечное управляющее устройство должно переместиться в состояние, представляющее наименьшую опасность. Клапаны должны быть нормально закрытыми, если это не находится в противоречии с требованиями по безопасности или эксплуатационными требованиями.

Все механические контакты должны быть рассчитаны на коммутацию не менее 100 мА, 24 В постоянного тока.

Материалы приборов, находящиеся в прямом контакте с технологическим процессом, должны выбираться, исходя из характеристик процесса и технологического режима. Применение нержавеющей стали является предпочтительным.

Окончательно материал КИП и ЗРА определяется исходя из условий применения (характеристик процесса) на стадии выполнения рабочей документации путем согласования опросных листов с производителями оборудования КИП и ЗРА.

1.5.5.4 Общие требования к вторичным приборам

Передачики, индикаторы и преобразователи сигналов должны отвечать следующим требованиям:

- максимальная ошибка, не выше $\pm 0,5 \%$;
- гистерезис, не выше $\pm 0,5 \%$;
- мертвая зона, не выше $\pm 0,25 \%$;
- температурный эффект, от минус 40 до плюс 40 °С.

Прибор давления должен быть рассчитан на работу при увеличении давления в 1,5 раза от рабочего.

1.5.5.5 Регулирующие клапаны

Регулирующие клапаны должны быть снабжены соответствующими исполнительными механизмами, с пневмо- или электроприводом.

Соленоидные клапаны должны быть на напряжение +24В. Выключатели предельных положений должны быть снабжены распределительной коробкой исполнения IP65-66.

Все оборудование, трубопроводы и сосуды высокого давления, должны быть защищены от сверхдавления предохранительными клапанами.

Предохранительный клапан должен иметь характеристики не ниже рекомендаций производителя.

1.5.6 Требования к метрологическому обеспечению

Метрологическое обеспечение измерительных систем (ИС) должно удовлетворять требованиям нормативной базы Республики Узбекистан.

Метрологическое обслуживание Системы должно обеспечивать возможность как поэлементной (покомпонентной), так и комплектной поверки или калибровки измерительных каналов, подсистем и Системы в целом.

В номенклатуру контролируемых параметров входят расходы жидкостей, газов и пара, температура, давление, уровень, концентрация, массовый расход и т.д.

Все методики измерения, используемые в сфере государственного метрологического контроля и надзора, должны быть аттестованы.

При поверке и калибровке каналов Системы должна быть предоставлена возможность доступа ко всем ее элементам для подключения образцовых приборов (калибраторов).

Для измерительных каналов должны быть представлены рекомендации (инструкции) по их поверке (калибровке), утвержденные в установленном порядке.

Все метрологические характеристики измерительных и управляющих модулей должны быть представлены фирмой-изготовителем в документации на технические и программные средства. Пределы допускаемых значений погрешности измерительных каналов не должны превышать установленных норм.

Измерительные каналы Системы могут использоваться для целей контроля параметров только после их калибровки на объекте эксплуатации, которая должна быть проведена до ввода Системы в опытно-промышленную эксплуатацию.

2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

2.1 Общее описание технологического процесса отделения дробления и измельчения руды медной обогатительной фабрики

По железнодорожным путям вагонный состав попадает на узел приемки руды отделения дробления и измельчения медной обогатительной фабрики в корпус крупного дробления (ККД). В зависимости от принадлежности руды ее выгружают в соответствующий приемный бункер (ПБ):

- ПБ1 предназначен для приемки руды с месторождения "Калмакир", т.к. на месторождении добывается крупная руда, требующая дробления;
- ПБ2 предназначен для приемки руды с месторождения "Сары-Чеку", т.к. данный сорт руды не требует дробления.

После приемного бункера руда попадает на соответствующий пластинчатый питатель (ПП), представляющий по своей конструкции железный конвейер, предназначенный для равномерной подачи руды:

- на ПП1 попадает руда из ПБ1;
- на ПП2 попадает руда из ПБ2.

С пластинчатого питателя ПП1 руда поступает на грохот – производственное сито, предназначенное для отделения больших валунов руды от мелких. Таким образом, мелкие валуны с грохота отправляются на стационарную конвейерную ленту КЛС1, а крупные – на щековую дробилку (ЩК), после чего также попадают на КЛС1. Руда с пластинчатого питателя ПП2 сразу отправляется на ленточный конвейер КЛС2.

Щековая дробилка осуществляет дробление крупных валунов руды на более мелкие части.

После конвейерных лент КЛС1 и КЛС2 крупнодробленая руда попадает на стационарную конвейерную ленту КЛС3, которая отгружает руду на склад крупнодробленой руды (СКДР), откуда руда попадает на перегрузочный узел.

В полу по периметру склада расположены отверстия, открытие которых приводит к попаданию крупнодробленой руды на пластинчатые питатели ПП1

... 6. В свою очередь, пластинчатые питатели ПП1 ... 6 транспортируют руду на конвейерные ленты КЛС4 и КЛС5.

С конвейеров КЛС4 и КЛС5 руда поступает на перегрузочный узел (руда с конвейеров КЛС4 и КЛС5 здесь перекалывается на КЛС6).

По стационарному конвейеру КЛС6 руда попадает в отделение полусамомельчения (ОП) корпуса самомельчения (КСИ) в мельницу мокрого полусамомельчения (ММПС) шарового типа, где под действием вращательной силы руда дробится и измельчается.

После ММПС руда поступает на грохот, где происходит отделение крупных валунов дробленной руды от мелких. Крупные валуны после ММПС поступают на склад среднедробленной руды (ССДР), а более мелкие отправляются в отделение измельчения (ОИ) корпуса самомельчения (КСИ).

2.2 Описание технологического процесса отделения измельчения корпуса самомельчения

После мельницы ММПС измельченная руда попадает в зумпф где смешивается с водой. Далее, полученная пульпа насосными агрегатами откачивается на гидроциклонные установки, предназначенные для сортировки, удаления воды, сгущения и удаления песка.

Здесь подаваемый раствор под давлением движется в спиральном направлении в циклон, под действием поля центробежных сил крупные частицы по мере вращения двигаются вниз. Через отверстие для осадка получают осадочный продукт, состоящий из крупных частиц. Мелкие частицы вместе с внутренним вихревым потоком поднимаются вверх. Через переливную трубу в верхней части получают продукт перелива, содержащий мелкие частицы.

Каждый гидроциклон имеет стальной корпус с резиновой футеровкой внутри, которая является подвижной, легко ремонтируется и заменяется. Резиновая футеровка изготавливается методом штамповки пресс-формами, благодаря чему достигается геометрическая форма и точные размеры внутренней части,

очень ровная внутренняя поверхность. Оборудование отличается износоустойчивостью, небольшим весом, устойчивостью к старению, отсутствием коррозии.

Круговое расположение группы гидроциклонов обеспечивает централизованную подачу шлама распределителем и возможность поддержания сбалансированного давления шлама, поступающего в каждый гидроциклон, что обеспечивает нормальную работу каждого гидроциклона.

Группа гидроциклонов (из которой состоит гидроциклонная установка) включает в себя:

- распределитель материала;
- гидроциклоны;
- сливной бак;
- емкость для осадка;
- пульт управления;
- лестницу с опорами;
- опоры.

Главная труба подачи материалы, главная переливная труба, а также главная осадочная труба обеспечивают систему централизованного питания сырьем и централизованного отведения продуктов.

Распределитель шлама обеспечивает единый режим работы отдельных ГЦ и стабильность размеров частиц в продукте перелива. Сливной бак и емкость для осадка используются для отведения продукта перелива и осадка соответственно, предотвращая разливы.

Распределение шлама осуществляется с помощью заслонки с электроприводом, установленной на цилиндрическом радиальном распределителе. Перелив ГЦ стекается в наклоненный сливной бак, откуда отводится по общей трубе.

Осадок ГЦ подается в наклоненную емкость для осадка и по общей трубе отводится в мельницу МШЦ, где измельчается и подается в зумпф.

С помощью магнитной системы скрапоудаления из мельницы удаляется металлический лом.

Принципиальная технологическая схема НГЦУ приведена в приложении А. Общий вид насосных агрегатов и группы ГЦ приведены в приложении В.

3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ

Структурная схема АСУ НГЦУ построена по трехуровневому иерархическому принципу и включает три уровня, такие как:

- уровень полевого оборудования (нижний);
- контроллерный уровень (средний);
- уровень АРМ оператора (верхний).

К нижнему уровню комплекса технических средств относятся первичные средства автоматизации, которые включают в себя:

- первичные средства измерения и датчики технологических параметров;
- местные показывающие приборы;
- исполнительные механизмы;
- аппаратуру местного управления и сигнализации.

Нижний уровень должен обеспечивать:

- первичные измерения технологических параметров;
- контроль состояния технологического оборудования;
- формирование световых и звуковых предупредительных и аварийных сигналов;
- формирование управляющих воздействий с помощью кнопок местного управления;
- передачу значений технологических параметров и информации о состоянии оборудования на средний уровень системы;
- исполнение команд управления.

В данном проекте

К нижнему уровню относятся следующие технические средства:

- датчик избыточного давления Sitarns P 500, Siemens;
- датчик уровня ультразвуковой Sitrans Probe LU, Siemens;
- сигнализатор уровня емкостной Pointek CLS200, Siemens;
- частотный преобразователь Sinamics G120, Siemens;
- затвор поворотный Kvant с электроприводом QT04-0.9, Dendor;

- шламовый насос 450HTU-NZJA-MR, Jiangxi Naipu Mining Machinery & New Materials Co., LTD;

- группа гидроциклонов NP660-7XLQ, Jiangxi Naipu Mining Machinery & New Materials Co., LTD.

Средний уровень построен на базе многофункциональных станций распределенного ввода вывода Siemens SIMATIC ET 200M с интерфейсными модулями IM 153 и контроллеров Siemens SIMATIC S7-300 с коммуникационными модулями.

Средний уровень Системы должен обеспечивать:

- сбор информации от датчиков и преобразователей сигналов нижнего уровня;

- фильтрацию, линеаризацию и масштабирование входных аналоговых сигналов;

- формирование предупредительных и аварийных сигналов;

- автоматическое управление технологическим оборудованием;

- регулирование технологических параметров;

- передачу информации о состоянии объектов в сервер ввода/вывода системы, расположенный в серверном шкафу;

- прием управляющих воздействий от системы отображения и формирование управляющих воздействий на исполнительные механизмы системы телемеханики.

Верхний уровень предназначен для дистанционного централизованного контроля и управления технологическим оборудованием.

Программно-технические средства системы отображения должны обеспечить выполнение следующих функций:

- получение сигналов состояния и текущих значений технологических параметров режима работы оборудования;

- проверку соответствия измеренных значений технологических параметров допускаемым (нормативным) значениям;

- проверку соответствия сигналов состояния оборудования заданному режиму работы;
- проверку достоверности измеренных значений технологических параметров;
- автоматическую защиту и блокировку управления технологическим оборудованием;
- формирование звуковой и визуальной сигнализации при отклонении параметров режима работы оборудования от нормативных значений, при изменении состояния оборудования или срабатывании защит;
- отображение состояния, параметров функционирования оборудования и режима работы оборудования на видеомониторах с помощью мнемосхем, использующих стандартные мнемосимволы;
- отображение в табличной форме фактических и нормативных значений нормативно-технологических параметров, характеризующих работу оборудования объектов;
- фиксацию событий несоответствия фактических и нормативных значений;
- регистрацию на цифровых носителях информации аварийных событий и графиков изменения во времени значений измеренных технологических параметров;
- маскирование, демаскирование и имитацию измеряемых технологических параметров.

Верхний уровень Системы представлен автоматизированным рабочим местом оператора и инженерной консолью на базе ПЭВМ, а также сервером БД, экраном мнемосхемы 55" и панелью оператора Siemens SIMATIC TP177.

Структурная схема комплекса технических средств приведена в приложении Б.

4 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Функциональная схема автоматического контроля и управления предназначена для отображения основных технических решений, принимаемых при проектировании систем автоматизации технологических процессов.

Функциональная схема автоматизации является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации. На функциональной схеме автоматизации изображаются системы автоматического контроля, регулирование, дистанционного управления, сигнализации, защиты и блокировок.

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

- задача получения первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- задача контроля и регистрации технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования;
- задача непосредственного воздействия на технологический процесс для управления им и стабилизации технологических параметров процесса.

Система управления НГЦУ обеспечивает стабилизацию давления на входе в ГЦ с одновременной стабилизацией уровня в технологическом зумпфе.

Дополнительно система управления обеспечивает регулирование подачи воды в мельницу по внешнему заданию от АСУ ТП верхнего уровня (унифицированный сигнал 4...20 мА).

Стабилизация уровня пульпы в технологическом зумпфе осуществляется путем изменения производительности насоса подачи пульпы на гидроциклоны. Это осуществляется при помощи частотного преобразователя. Сигнал с датчика уровня (4...20 мА) подается на аналоговый вход контроллера управления. В программе контроллера это значение пересчитывается в истинное значение уровня

в зумпфе (в мм). Этот сигнал подается на аналоговый вход преобразователя частоты электропривода насоса и, тем самым, изменяется производительность насоса (скорость откачки пульпы из зумпфа). Если уровень в технологическом зумпфе превышает заданный – задание на частотный преобразователь электропривода насоса увеличивается, что приводит к увеличению оборотов насоса, а соответственно и его производительности. И наоборот при снижении уровня пульпы в технологическом зумпфе ниже заданного задание на частотный преобразователь электропривода насоса уменьшается, что приводит к уменьшению оборотов насоса, соответственно уменьшается и его производительность (скорость откачки пульпы из зумпфа).

В конечном итоге регулятор подбирает такие обороты насоса, которые обеспечивают производительность насоса соответствующей загрузке зумпфа и стабилизирует уровень в соответствии с уставкой.

Для этого контура управления в программе контроллера предусмотрены два предельных значения уровня: максимально допустимый и минимально допустимый. При превышении значения уровня максимально допустимого значения программный ПИД-регулятор отключается и насос выводится на максимально допустимые обороты.

При снижении значения уровня ниже минимально допустимого значения программный ПИД-регулятор также отключается и насос выводится на минимально допустимые обороты (это значение определяется при настройке системы управления по показаниям датчика давления пульпы на входе в гидроциклоны). Стабилизация давления пульпы на входе в гидроциклоны осуществляется путем изменения количества дополнительной воды, подаваемой в технологический зумпф. Сигнал с датчика давления (4...20 мА) подается на аналоговый вход контроллера управления. В программе контроллера это значение пересчитывается в истинное значение давления пульпы на входе в гидроциклоны (в кПа).

Программный ПИД-регулятор сравнивает это значение с заданным и выработывает дискретные управляющие воздействия посредством широтно-импульсной модуляции, которые подаются на дискретные выходы контроллера управления (сигналы типа "сухой контакт" открыть/закрыть).

При уменьшении давления на входе в гидроциклоны ниже заданного значения контроллер управления выдает сигнал на открытие поворотной заслонки подачи воды в технологический зумпф. Уровень в зумпфе начнет повышаться и включится в работу контур стабилизации уровня в зумпфе что приведет к увеличению оборотов насоса, и тем самым, к повышению давления на входе в гидроциклоны.

При увеличении давления на входе в гидроциклоны выше заданного значения контроллер управления выдает сигнал на закрытие поворотной заслонки подачи воды в технологический зумпф. Уровень в зумпфе начнет понижаться и включится в работу контур стабилизации уровня в зумпфе что приведет к уменьшению оборотов насоса, и тем самым, к понижению давления на входе в гидроциклоны.

Для этого контура управления в программе контроллера предусмотрены два предельных значения давления: максимально допустимое значение и минимально допустимое значение. При превышении давления максимально допустимого значения программный ПИД-регулятор отключается и поворотная заслонка полностью закрывается.

При снижении давления ниже минимально допустимого значения программный ПИД-регулятор также отключается и поворотная заслонка полностью открывается.

В системе управления предусмотрен аварийный сигнализатор уровня (минимальный и максимальный). При достижении уровня в технологическом зумпфе выше критического, срабатывает сигнализатор верхнего уровня. В этом случае (если система находится в автоматическом режиме работы) насос отключается, поворотная заслонка на трубопроводе подачи воды в зумпф закрывается

и срабатывает звуковая и световая сигнализация. При достижении уровня в технологическом зумпфе ниже критического значения, срабатывает сигнализатор нижнего уровня. В этом случае насос также отключается, поворотная заслонка на трубопроводе подачи воды в зумпф закрывается и срабатывает звуковая и световая сигнализация. Управление поворотной заслонкой на трубопроводе подачи воды в зумпф в этом случае возможно только в ручном режиме управления.

Работа насоса при сработавшем сигнализаторе нижнего уровня полностью блокируется (защита от "сухого хода").

В данной работе функциональная схема автоматизации разработана в соответствии с требованиями ГОСТ 21.208-2013 "Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах" и ГОСТ 21.408-2013 "Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов".

Функциональная схема автоматизации представлена в приложении Г.

5 ВЫБОР КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Комплекс технических средств (КТС) АСУ НГЦУ включает в себя: измерительные и исполнительные устройства, контроллерное оборудование, коммутационную аппаратуру, а также системы сигнализации и вспомогательное оборудование.

Измерительные устройства осуществляют сбор информации о технологическом процессе. Исполнительные устройства преобразуют электрическую энергию в механическую или иную физическую величину для осуществления воздействия на объект управления в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллерное оборудование обрабатывает сигналы, поступающие с измерительных устройств, осуществляет алгоритмы управления и выполнение задач вычисления, выдает сигналы управления на исполнительные устройства.

5.1 Выбор контроллерного оборудования

ПЛК предназначены для построения современных АСУ ТП и позволяют выполнять оперативное управление с использованием промышленных ЭВМ, автоматическое регулирование, программное управление, логическую защиту, блокировку, сигнализацию и регистрацию событий.

При выборе контроллерного оборудования были рассмотрены четыре варианта, а именно:

- Allen Bradley 1756 ControlLogix (см. рис. 1);
- Контраст серии КР-500 (см. рис. 2);
- Элси-ТМ (см. рис. 3);
- Siemens SIMATIC S7-300 (см. рис. 4).

Сравнительный анализ контроллеров приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение контроллерного оборудования

Сравниваемый параметр	1756 ControlLogix	Контраст серии KP-500	ЭЛСИ-ТМ	Siemens SIMATIC S7-300
1	2	3	4	5
Архитектура	модульная	блочно-модульная	модульная	модульная
Язык программирования	– релейная логика; – структурный текст; – функциональные блоки; – последовательно-функциональная схема	– язык функциональных алгоритмических блоков ФАБЛ; – язык типа структурированный текст; – язык системы программирования ISaGRAF; – стандартные языки программирования МЭК 61131-3	– стандартные языки программирования МЭК 61131-3: 1) схема последовательных функций; 2) функциональная блок схема; 3) релейная логика; 4) структурированный текст; 5) список инструкций как язык нижнего уровня, предназначенный для оптимизации кода программ	– STEP 7 от V5.3 SP1 (LAD, FBD, STL) + S7-Technology; – S7-SCL, S7-GGRAPH
Резервирование контроллера	полная поддержка	не поддерживается	не поддерживается	возможность горячего резервирования
Диапазон рабочих температур, °С	от 0 до плюс 60	от минус 30 до плюс 50	от минус 40 до плюс 60	от минус 20 до плюс 70
Опции связи	– Ethernet/IP; – ControlNet; – DeviceNet; – Data Highway Plus; – Universal Remote I/O (последовательный Modbus через релейную логику); – DH-485 SynchLink	– до трех каналов полевой сети с интерфейсом RS-485 (скорость связи 2400 ... 115200 Бит/с); – протоколы Modbus RTU, Adam-4000, БУСО-1	– прием и передача информации по интерфейсам RS-232, RS-485, RS-422, Ethernet; – поддержка протоколов автоматики и телемеханики (Ethernet TCP/IP, Modbus RTU, Modbus TCP/IP)	– прием и передача информации по интерфейсу RS-485; – возможность коммуникаций по метам MPI, Profibus Industrial Ethernet/PROFINET, AS-i, BAC-net, Modbus TCP, Modbus RTU
Входные/выходные каналы	175669 ControlLogix I/O	до 190 аналоговых и до 304 дискретных входов/выходов	до 5120 дискретных и 1920 аналоговых входов/выходов	до 65536 дискретных и 4096 аналоговых входов/выходов
Тип процессора	Intel 386EX	Intel 386EX	Intel Celeron	Intel 386EX
Напряжение питания	120 В	24 В	24 В	24 В
Цена, руб. (с НДС)	94 400	53 100	106 790	82 600



Рисунок 1 – Внешний вид контроллеров Allen Bradley 1756 ControlLogix



Рисунок 2 – Внешний вид контроллеров Контраст КР-500



Рисунок 3 – Внешний вид контроллеров ЭЛСИ-ТМ



Рисунок 4 – Внешний вид контроллеров Siemens SIMATIC S7-300

В результате анализа сравнительных характеристик приходим к выводу о том, что применение в разработке АСУ НГЦУ контроллеров ControlLogix не целесообразно, т.к. напряжение питания контроллера велико. Применение контроллера Контраст серии КР-500 также не является целесообразным в силу требований настоящего ТЗ в области резервирования, которого данный тип контроллеров не поддерживает.

Сравнительные характеристики контроллеров ЭЛСИ-ТМ и Siemens SIMATIC S7-300 близки друг к другу, однако, контроллер также не имеет возможности быть зарезервирован и, таким образом, не удовлетворяет требованиям ТЗ, в следствие чего окончательно выбран контроллер Siemens SIMATIC S7-300.

К основным преимуществам выбранного контроллера можно отнести:

- модульную конструкцию;
- работу с естественным охлаждением;
- возможность применения структур локального и распределенного ввода/вывода;
- широкие коммуникационные возможности;
- множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы;
- удобство эксплуатации и обслуживания.

Данные преимущества обеспечивают возможность получения рентабельных решений для построения систем автоматического управления в различных областях промышленного производства. Кроме того, эффективному применению выбранного контроллерного оборудования способствует возможность использования нескольких типов центральных процессоров с различной производительностью, а также наличие широкой гаммы модулей ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов, функциональных модулей и коммуникационных процессоров.

5.2 Выбор преобразователя частоты

В настоящее время на рынке преобразователей частоты (ПЧ) имеется широкое разнообразие продукции как зарубежного, так и отечественного производства. Широкий выбор данного типа оборудования предоставляет возможности по выбору продукции с оптимальными параметрами, функционалом и ценой.

Функциональные требования к ПЧ:

- использование принципа векторного управления для получения высокого крутящего момента двигателя на низких частотах вращения, а также повышения качества технологического процесса;
- встроенный фильтр электромагнитной совместимости (ЭМС);

- наличие дросселя с переменной индуктивности на шине постоянного тока либо дросселя на входе привода, для максимального снижения уровня помех, генерируемых преобразователем, и повышения нечувствительности к нестабильности питающей сети;

- широкий набор встроенных защит;
- встроенный ПИД-регулятор;
- встроенная программа управления насосным оборудованием;
- встроенный протокол Modbus RTU (интерфейс RS-485);
- низкий уровень шума в моторном режиме благодаря высокой частоте импульсов.

Наиболее известна продукция следующих производителей:

- Siemens;
- ABB;
- Omron;
- Schneider Electric;
- Emerson.

Сравним наиболее популярные и распространенные:

- Siemens Sinamics G120 в составе (см. рис. 5):
 - 1) силовой модуль PM240, без встроенного сетевого фильтра, 3АС, 380-480 В, $\pm 10\%$, 47 ... 63 Гц; максимальная перегрузка 2,2 кВт для 200 % 3S, 150 % 57S, 100 % 240S;
 - 2) управляющий модуль CU230S DP S-TYPE;
 - 3) базовая панель оператора BOP.
- ABB ACS550, преобразователь частотный ACH550-02-486A-4; максимальная перегрузка 4 кВт, 380 В, 3АС, IP21, с интеллектуальной панелью управления, специальная версия для HVAC (см. рис. 6).

Рассмотренные варианты удовлетворяют всем функциональным требованиям.



Рисунок 5 – Внешний вид преобразователя частоты Siemens



Рисунок 6 – Внешний вид преобразователя частоты ABB

К отличительным преимуществам ПЧ линейки G120 можно отнести:

- гибкость благодаря модульности и перспективной концепции привода (возможна замена модулей под напряжением, вставные соединительные клеммы, простая заменимость обеспечивает максимальные удобства в обслуживании);
- простота замены устройств и ускоренное копирование параметров через опционную базовую панель оператора или опционную карту памяти ММС;
- компактность конструкции;
- двухпроводное универсальное управление через цифровые входы;
- ввод в эксплуатацию с помощью унифицированного ПО для технических разработок;
- оптимальное воздействие с Simatic.

Соответственно на окончательный выбор преобразователя частоты фирмы Siemens повлияло два фактора. Во-первых, это наилучшее взаимодействие с программируемым контроллером, а во-вторых, стоимость преобразователя частоты фирмы ABB выше, чем аналога Siemens.

5.3 Выбор устройств и исполнительных механизмов

Автоматизированная система управления, как правило, является составной частью какого-либо производства и должна взаимодействовать с уже имеющимся оборудованием, приборами, датчиками, электродвигателями и т.п.

Не редки ситуации, когда часть комплекса технических средств не выбирается, а используются уже имеющиеся средства автоматизации, которые должны быть интегрированы в новую проектируемую систему с целью снижения материальных затрат, а также минимизации времени останова технологического оборудования и сохранения целостности системы.

В соответствии с требованиями Заказчика необходимо использование следующих средств автоматизации, удовлетворяющих требованиям ТЗ:

- датчик избыточного давления Sitarns P 500, Siemens;
- датчик уровня ультразвуковой Sitrans Probe LU, Siemens;
- сигнализатор уровня емкостной Pointek CLS200, Siemens;
- частотный преобразователь Sinamics G120, Siemens;
- затвор поворотный Kvant с электроприводом QT04-0.9, Dendor;
- шламовый насос 450HTU-NZJA-MR, Jiangxi Naipu Mining Machinery & New Materials Co., LTD;
- группа гидроциклонов NP660-7XLQ, Jiangxi Naipu Mining Machinery & New Materials Co., LTD.

5.4 Нормирование погрешности канала измерения

Нормирование погрешности канала измерения выполняется в соответствии с РМГ 62-2003 «Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации».

В качестве канала измерения выберем канал измерения давления.

Требование к погрешности канала измерения не более $\pm 0,5 \%$. Разрядность АЦП составляет 12 разрядов.

Расчет допустимой погрешности измерений расходомера производится по формуле (5.1):

$$\delta_1 \leq \sqrt{\delta^2 - (\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \delta_6^2)}, \quad (5.4.1)$$

где $\delta = 0,5 \%$ – требуемая суммарная погрешность измерения канала измерений при доверительной вероятности 0,95;

δ_2 – погрешность передачи по каналу измерений;

δ_3 – погрешность, вносимая АЦП;

$\delta_4, \delta_5, \delta_6$ – дополнительные погрешности, вносимые температурой окружающего воздуха, вибрациями и сопротивлением нагрузки соответственно.

Погрешность передачи по каналу измерений устанавливается рекомендациями РМГ 62-2003:

$$\delta_2 = \frac{0,5 \cdot 13}{100} = 0,065. \quad (5.4.2)$$

Погрешность, вносимая 12-тиразрядным АЦП, рассчитывается следующим образом:

$$\delta_3 = \frac{0,5 \cdot 100}{2^{12}} \approx 0,01221. \quad (5.4.3)$$

При расчете также учитываются дополнительные погрешности, вызываемые влиянием:

- температуры окружающего воздуха;
- вибрации;
- сопротивления нагрузки.

Дополнительная погрешность, вносимая влиянием температуры окружающего воздуха, устанавливается рекомендациями РМГ 62-2003:

$$\delta_4 = \frac{0,5 \cdot 34}{100} = 0,17. \quad (5.4.4)$$

Дополнительная погрешность, вносимая вибрацией, устанавливается рекомендациями РМГ 62-2003:

$$\delta_5 = \frac{0,5 \cdot 19}{100} = 0,095. \quad (5.4.5)$$

Дополнительная погрешность, вносимая сопротивлением нагрузки, устанавливается рекомендациями РМГ 62-2003:

$$\delta_6 = \frac{0,5 \cdot 6}{100} = 0,003. \quad (5.4.6)$$

Таким образом, с помощью формулы (5.4.1) с учетом результатов (5.4.2) ... (5.4.6) определим расчетную величину основной погрешности канала измерения давления:

$$\delta_1 = \sqrt{0,5^2 - (0,065^2 + 0,01221^2 + 0,17^2 + 0,095^2 + 0,003^2)} \approx 0,456. \quad (5.4.7)$$

Как видно по результатам расчетов (5.4.7), расчетная основная погрешность выбранного канала не превышает допустимой погрешности. Следовательно, требования ТЗ соблюдены.

6 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ

Принципиальные электрические схемы определяют полный состав приборов, аппаратов и устройств (а также связей между ними), действие которых обеспечивает решение задач управления, регулирования, защиты, измерения и сигнализации. Принципиальные схемы служат основанием для разработки других документов проекта.

Эти схемы дают детальное представление о работе системы и служат также для изучения принципа действия системы, они необходимы при производстве пуско-наладочных и шеф-монтажных работ, а также в эксплуатации.

При разработке систем автоматизации технологических процессов принципиальные электрические схемы обычно выполняют применительно к отдельным самостоятельным элементам, установкам или участкам автоматизируемой системы, например, выполняют схему управления задвижкой.

Каждая принципиальная электрическая схема в системах автоматизации технологических процессов должна быть построена таким образом, чтобы при возникновении аварийных режимов, вызванных неисправностями в цепях управления, а также при полном исчезновении или снижении и последующем восстановлении напряжения питания в главных (силовых) цепях управления обеспечивалась безопасность обслуживающего персонала, и предотвращалось дальнейшее развитие аварии, приводящее к повреждению механического или электрического оборудования.

Приведём порядок разработки в выпускной квалификационной работе принципиальной электрической схемы автоматизированной системы управлением гидроциклонными установками:

1. Анализ функциональной схемы автоматизированной системы управлением гидроциклонной установкой и выявление последовательности и принципа работы каждого элемента в составе общей системы (т.е. необходимо проследить порядок прохождения информационных и управляющих сигналов).

2. На основе анализа, проведенного на первом этапе, производится расстановка графических обозначений элементов автоматизированной системы. При этом должны обеспечиваться наглядность схемы, минимальное время чтения принципиальной электрической схемы (что напрямую связано с удобством чтения схемы).

3. Производится соединение устройств с помощью линий связи, обозначающих линии электрической проводки. При этом на схеме изображаются только задействованные клеммы устройств. Графическое обозначение элементов и соединяющие их линии связи необходимо стремиться располагать на схеме таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о взаимодействии ее составных частей.

4. Всем элементам и устройствам схемы присваиваются позиционные обозначения. Обозначения присваиваются сверху вниз, слева направо.

5. Далее производится маркировка электрических цепей. Цепи маркируют независимо от нумерации на клеммах устройств. Последовательность маркировки должна определяться от источника питания к потребителю, а разветвляющиеся участки цепи маркируют сверху вниз в направлении слева направо. При маркировке цепей допускается оставлять резервные номера.

Схема принципиальная электрическая системы управления НГЦУ приведены в приложении Д.

7 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ

Разработка алгоритмов управления преследует следующие цели:

- повышение уровня информированности персонала и достоверности данных по состоянию технологического оборудования;
- повышение качества ведения технологического режима и его безопасности;
- повышение оперативности действий персонала;
- улучшение экологической обстановки на объекте;
- повышение надежности управления объектом.

Функционирование алгоритмов позволяет обрабатывать входные сигналы, и команды оператора, поступающие с АРМ оператора, а также выдавать управляющие воздействия на исполнительные механизмы и сообщения оператору.

Входной информацией для алгоритмов является:

- конфигурационные данные ПЛК;
- значения аналоговых и дискретных сигналов, поступающих на модули ввода ПЛК с датчиков и преобразователей;
- данные поступающие по интерфейсу;
- данные, формируемые при управлении технологическим оборудованием с АРМ оператора.

Кроме этого отдельные алгоритмы используют данные, полученные в результате функционирования других алгоритмов.

7.1 Обработки аналогового параметра

Алгоритм предназначен для обработки аналогового сигнала. Обработка аналогового сигнала включает в себя:

- прием значения сигнала с модуля аналогового ввода;
- проверку наличия параметра в Системе (режим маскирования);
- проверку на включение режима имитации параметра;
- проверку сигнала на достоверность;

- перевод сигнала в технические единицы;
- контроль предупредительных и/или предаварийных значений параметра;
- формирование сигнализаций.

Обработка аналогового сигнала осуществляется при помощи функционального блока AI.

В режиме маскирования значение и состояние не анализируется.

В режиме имитации входной сигнал не контролируется, выходной принимает значение имитации.

Входами алгоритма являются сигналы, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Входы алгоритма

Обозначение	Тип данных	Описание
ADC_IN	WORD	Вход блока AI
Mask	BOOL	Режим маскирования включен
Imit	BOOL	Режим имитации включен
Imit_val	REAL	Значение имитации
HI_HI	REAL	Значение максимальной предаварийной уставки
HI	REAL	Значение максимальной предупредительной уставки
LO_LO	REAL	Значение минимальной предаварийной уставки
LO	REAL	Значение минимальной предупредительной уставки
Val_Up	REAL	Верхняя граница достоверности входного сигнала
Val_Dn	REAL	Нижняя граница достоверности выходного сигнала
S	REAL	Смещение нуля сигнала
K	REAL	Коэффициент масштабирования сигнала

Выходами алгоритма являются сигналы, приведенные в таблице 3, а также сигнализации и сообщения оператору.

Таблица 3 – Выходы алгоритма

Обозначение	Тип данных	Описание
OUT	REAL	Выход блока AI (значение в инженерных единицах)

На рисунке 7 представлена блок-схема алгоритма обработки аналогового сигнала.

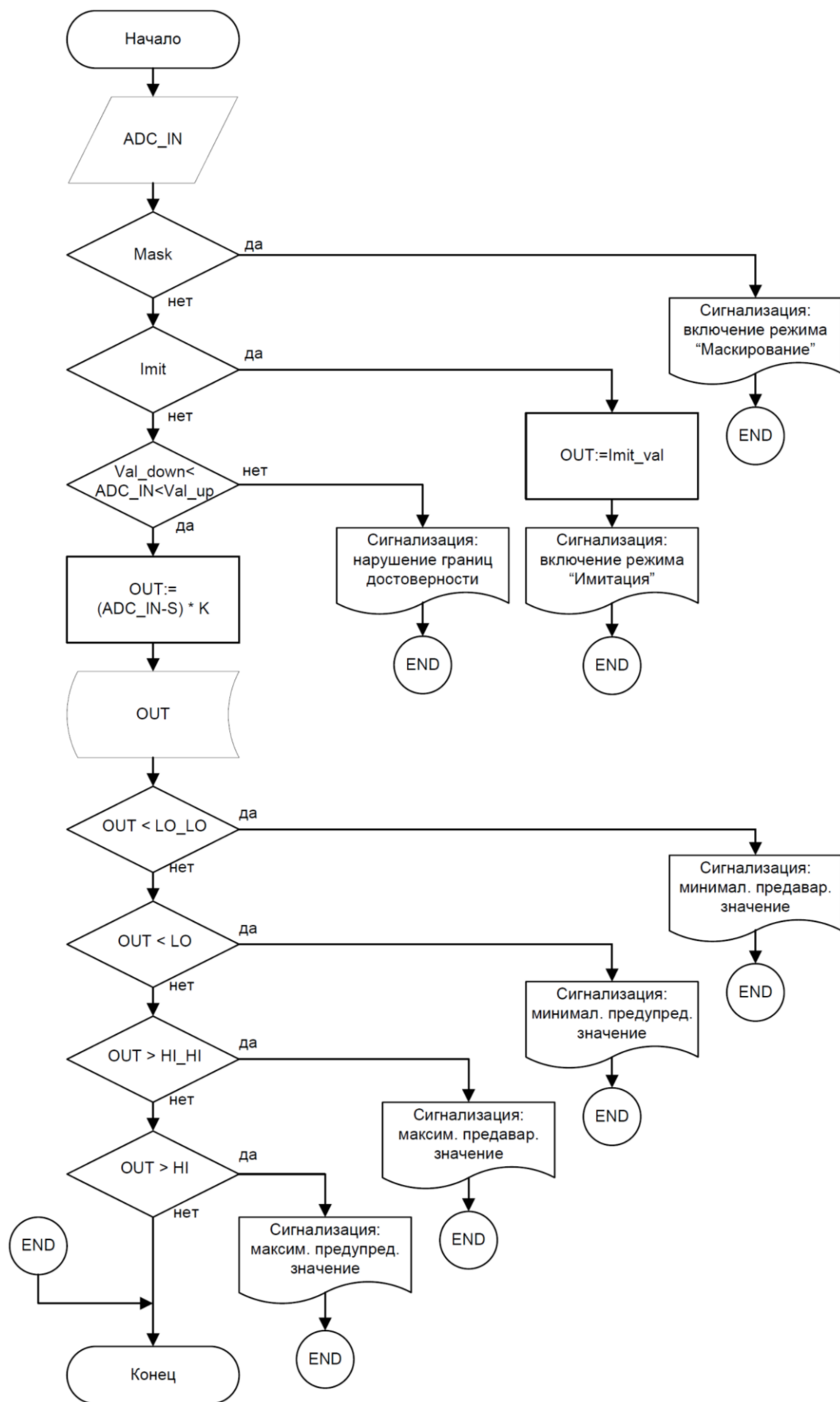


Рисунок 7 – Блок-схема алгоритма обработки аналогового сигнала

7.2 Алгоритм обработки дискретного сигнала

Алгоритм предназначен для обработки дискретного сигнала. Обработка дискретного сигнала включает в себя:

- прием сигнала с модуля дискретного ввода;
- проверку наличия параметра в Системе (режим маскирования);
- проверку на включение режима имитации параметра;
- проверку инвертирования параметра.

Обработка дискретного сигнала осуществляется при помощи функционального блока DI.

В режиме маскирования состояние сигнала не анализируется.

В режиме имитации входной сигнал не контролируется, выходной принимает значение имитации.

Входами алгоритма являются сигналы, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 – Входы алгоритма

Обозначение	Тип данных	Описание
IN	BOOL	Вход блока DI
Mask	BOOL	Режим маскирования включен
Imit	BOOL	Режим имитации включен
Imit_val	BOOL	Значение имитации
Inv	BOOL	Инвертирования параметра включено

Выходами алгоритма являются сигналы, приведенные в таблице 5, а также сигнализации и сообщения оператору.

Таблица 5 – Выходы алгоритма

Обозначение	Тип данных	Описание
OUT	BOOL	Выход блока DI

На рисунке 8 приведена блок-схема алгоритма обработки дискретного сигнала.

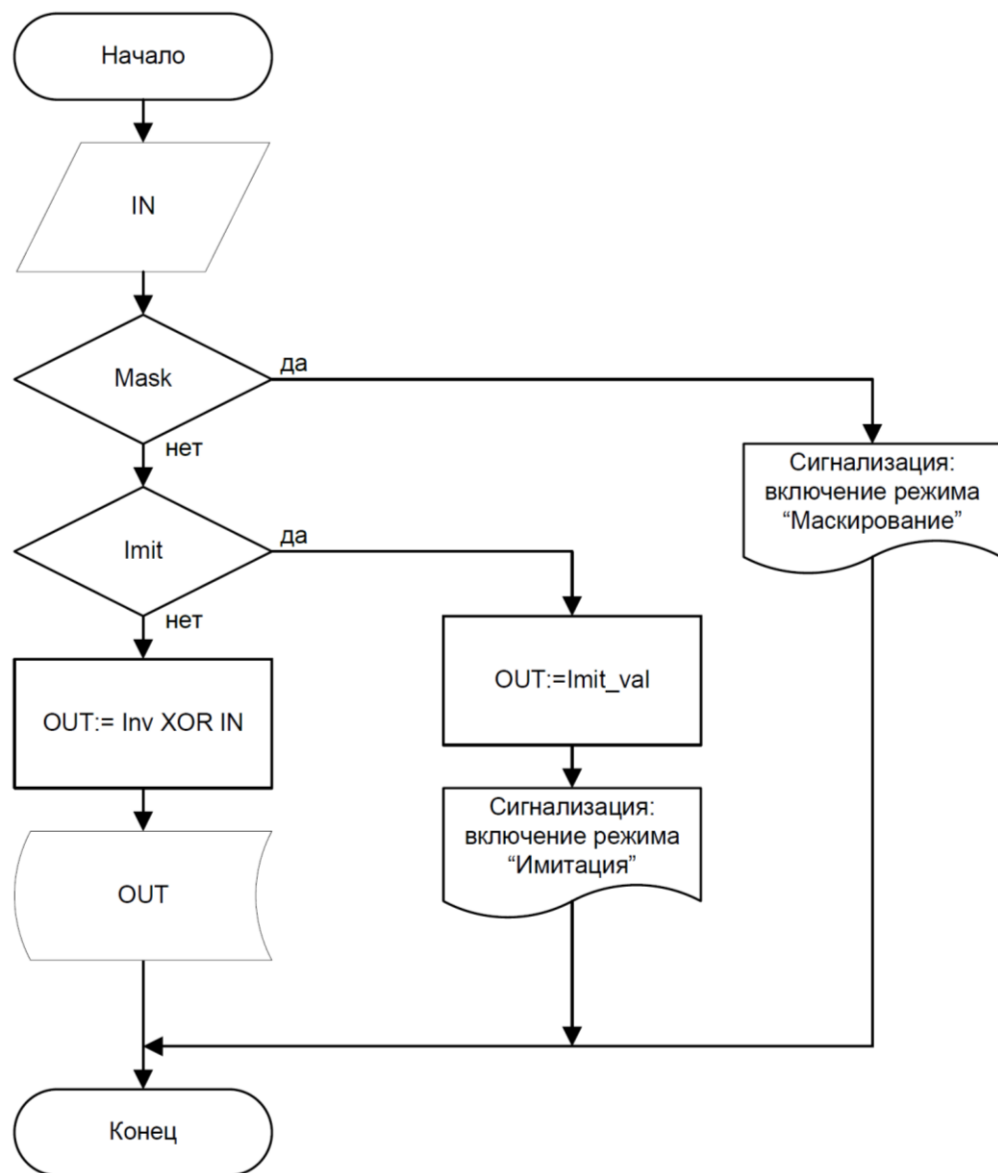


Рисунок 8 – Блок-схема алгоритма обработки дискретного сигнала

8 МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ЗУМПФЕ

Для нормального протекания технологического процесса по получению мелкодробленной руды предусматривается получение пульпы путем смешения среднедробленной руды с водой в технологическом зумпфе (см. приложение А, Г). Таким образом, поддержание заданного уровня жидкости в технологической емкости (зумпфе) является важной задачей рассматриваемого производства.

Следовательно, в качестве регулируемого параметра выбираем уровень раствора в зумпфе.

8.1 Синтез системы автоматического регулирования уровня

На этапе моделирования необходимо учесть, что жидкость может не только поступать в емкость через регулирующий клапан, но и может быть откачана насосом из нее (см. приложение А, Г). Таким образом, для регулирования конечного уровня жидкости в емкости необходимо регулировать:

- подачу жидкости в емкость через трубопровод с установленным на него клапаном;
- расход откачивания жидкости из емкости путем изменения частоты вращения насосного агрегата.

Для упрощения синтеза и моделирования целесообразно разбить систему на отдельные локальные контуры регулирования и для каждого из них произвести расчеты и настройки отдельных регуляторов.

На начальном этапе синтеза рассмотрим настройку локального контура регулирования подачи жидкости в зумпф через трубопровод с установленным на него клапаном при отключенном насосе. Таким образом, стабилизация уровня может быть осуществлена автоматическим устройством, управляющим регулирующим органом, изменяющим расход воды, поступающей в емкость. Следовательно, регулирование уровня осуществляется при помощи регулирующего клапана с электроприводом.

Регулирование подачи жидкости осуществляется через трубопровод с установленным на него клапаном. Степень открытия клапана может варьироваться от 0 до 100 %, благодаря чему устанавливается требуемая величина подачи жидкости. Откачка жидкости осуществляется через нижний патрубок танка с помощью насосного агрегата. Однако, в рассматриваемой ситуации насос отключен, таким образом, откачка жидкости не осуществляется.

Следовательно, управляющей величиной является приток воды, управляемой – величина уровня, а главным возмущением – изменение расхода откачивания жидкости при помощи изменения частот вращения насоса.

Процедура синтеза любой системы управления заключается в нахождении ее структуры и параметров, обеспечивающих заданное качество управления при известных входных воздействиях. Поэтому задачу синтеза начнем с определения структуры и параметров объекта управления, а также устройства управления.

Логично, что при полном открытии входного клапана и непрерывной подаче в емкость жидкости будет происходить ее (емкости) неконтролируемое наполнение, т.е. выходная величина объекта регулирования (уровень жидкости) не стремится к установившемуся значению.

Следовательно, можно заключить, что процесс наполнения емкости жидкостью является интегрирующим. Таким образом, представим передаточную функцию технологической емкости в виде интегрирующего звена (8.1.1), а передаточную функцию клапана – в виде апериодического звена первого порядка (8.1.2).

$$W_E(s) = \frac{K_E}{s}, \quad (8.1.1)$$

$$W_K(s) = \frac{K_K}{T_K \cdot s + 1}. \quad (8.1.2)$$

Результирующие математические модели (8.1.3) и (8.1.4), а также структурная схема замкнутой системы с настроенным ПД-регулятором (см. рис. 9) получены согласно паспортным данным на оборудование и результатам моделирования в пакете Matlab Simulink.

$$W_E(s) = \frac{10}{s}, \quad (8.1.3)$$

$$W_K(s) = \frac{0,00001259}{10 \cdot s + 1}. \quad (8.1.4)$$

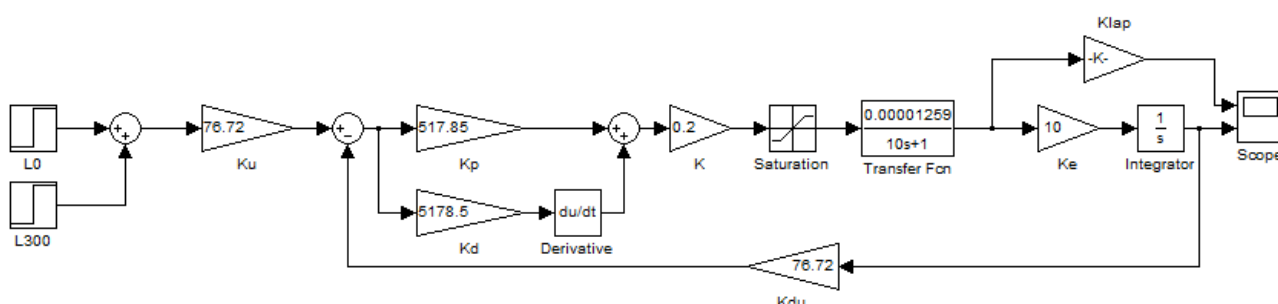


Рисунок 9 – Система стабилизации уровня с ПД-регулятором

Для синтеза системы стабилизации уровня при изменении задающего воздействия или возмущающего воздействия была применена настройка регулятора на апериодический оптимум. В результате чего был получен ПД-регулятор со значениями коэффициентов, отображенных на рисунке 9.

График переходного процесса заполнения емкости с обработкой регулятором заданных значений уровня приведен на рисунке 12.

На следующем этапе синтеза выполним построение замкнутого контура регулирования расхода откачивания жидкости, который будет являться возмущающим воздействием для контура регулирования уровня.

Задачей системы регулирования расхода является поддержание заданного расхода воды в трубопроводе, связывающем технологический зумпф и группу гидроциклонов. Стабилизация расхода осуществляется с помощью регулирования частоты вращения двигателя шламового насоса. Объект управления будет состоять из:

- преобразователя частоты, передаточная функция (8.1.5);

- двигателя, передаточная функция (8.1.6);
- насосного агрегата, передаточная функция (8.1.7).

Результирующие математические модели (8.1.5) ... (8.1.7), а также структурная схема замкнутой системы с настроенным ПИД-регулятором (см. рис. 10) получены согласно паспортным данным на оборудование и результатам моделирования в пакете Matlab Simulink.

$$W_{ПЧ}(s) = \frac{K_{ПЧ}}{T_{ПЧ} \cdot s + 1} = \frac{2,5}{0,01 \cdot s + 1}, \quad (8.1.5)$$

$$W_{ЭД}(s) = \frac{K_{ЭД}}{T_{ЭД} \cdot s + 1} = \frac{6,06}{0,05 \cdot s + 1}, \quad (8.1.6)$$

$$W_{HA}(s) = \frac{K_{ЭД}}{T_{ЭД} \cdot s + 1} = \frac{0,000000929}{1 \cdot s + 1}. \quad (8.1.7)$$

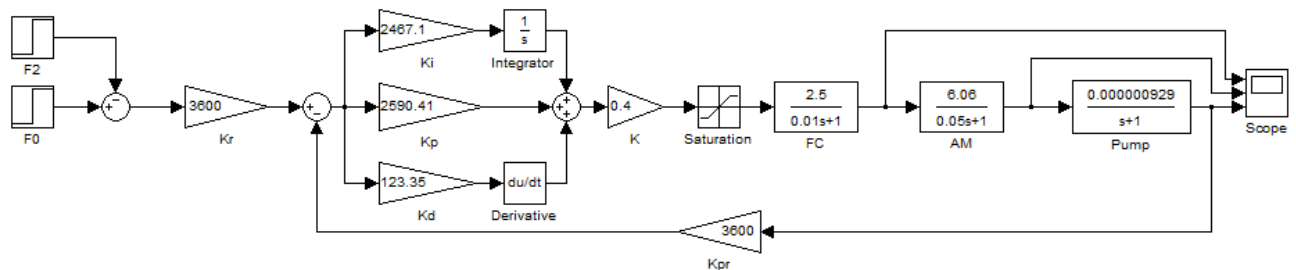


Рисунок 10 – Система стабилизации расхода с ПИД-регулятором

При синтезе системы также была применена настройка регулятора на технический оптимум.

Графики переходных процессов в контуре регулирования расхода приведены на рисунке 13.

Заключительным этапом процедуры синтеза является объединение контуров регулирования уровня в зумпфе и регулирования расхода в трубопроводе "зумпф – гидроциклон" в единую двухконтурную систему.

При объединении контур регулирования расхода является возмущающим по отношению к контуру регулирования уровня.

Структурная схема двухконтурной системы управления представлена на рисунке 11.

Полученная реакция системы приведена на рисунке 14.

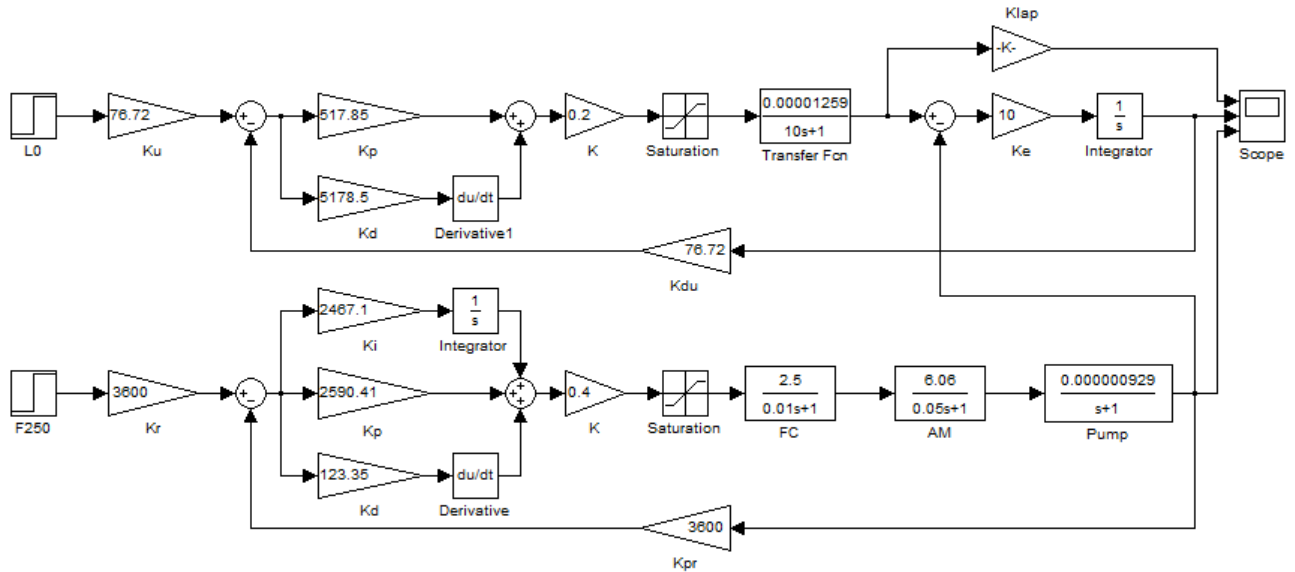


Рисунок 11 – Двухконтурная система регулирования уровня в зумпфе и расхода на группу гидроциклонов

8.2 Результаты моделирования

Для системы стабилизации уровня (см. рис. 9) было осуществлено моделирование ситуации, когда изначально задан уровень заполнения зумпфа – 0,5 м. А в момент времени 300 с происходит увеличение уставки до значения 1 м.

Результаты моделирования технологического процесса заполнения зумпфа до заданной уставки представлены на рисунке 12.

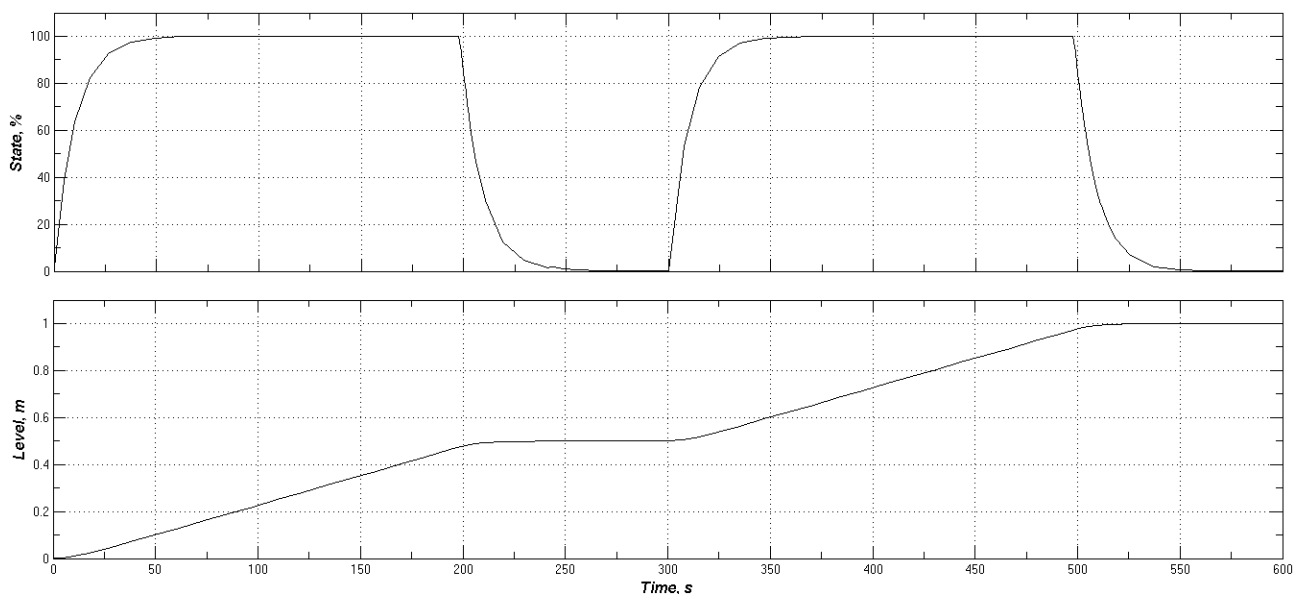


Рисунок 12 – Графики переходных процессов в системе стабилизации уровня

Из графиков (см. рис. 12) видно, как сначала происходит заполнение емкости до заданного уровня 0,5 м примерно за 215 с, а затем в момент времени 300 с значение уставки увеличивается, и регулятор отрабатывает данное задание, наполняя емкость до уровня в 1 м приблизительно за 225 с. Заполнение емкости до текущего значения уставки осуществляется путем открытия входного затвора. Тренды изменения положения затвора также представлены на рисунке 12.

Система стабилизации уровня имеет устойчивый характер и высокую точность, о чем свидетельствует отсутствие перерегулирования и статической ошибки в системе. К слову, отсутствие перерегулирования приведет к значительно меньшему количеству циклов работы арматуры, что положительно скажется на времени наработки системы на отказ, т.е. на надежности системы, а, следовательно, и экономических показателях.

Для системы стабилизации расхода (см. рис. 10) было осуществлено моделирование ситуации, когда изначально задано значение расхода 0,0002 м³/с, а в момент времени 8 с происходит уменьшение уставки до требуемого значения расхода 0,0001 м³/с.

Реакция системы стабилизации расхода в трубопроводе путем регулирования частоты вращения вала двигателя насоса приведена на рисунке 13.

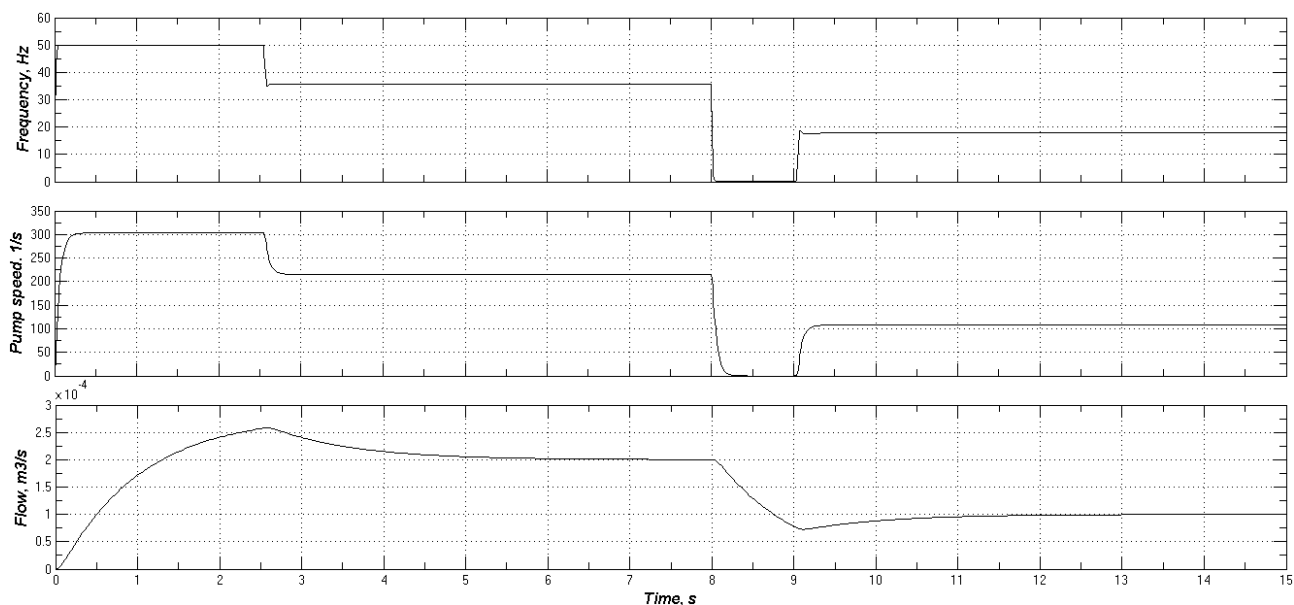


Рисунок 13 – Графики переходных процессов в системе стабилизации расхода

Из графиков (см. рис. 13) видно, как сначала система обрабатывает начальное задание расхода $0,0002 \text{ м}^3/\text{с}$ менее чем за 6 с, при этом заметно, что в системе имеется перерегулирование. Затем в момент времени 8 с происходит уменьшение уставки до значения $0,0001 \text{ м}^3/\text{с}$, и регулятор аналогичным образом обрабатывает изменение сигнала задания, снижая частоту вращения двигателя насосного агрегата до необходимого значения менее чем за 4 с.

Система стабилизации носит устойчивый характер и высокую точность, о чем свидетельствует отсутствие статической ошибки. Кроме того, система имеет достаточно высокую скорость отработки, однако, при этом в системе наблюдается перерегулирование.

Для конечной системы автоматического регулирования (см. рис. 11) произведено моделирование ситуации, когда сначала происходит заполнение технологического зумпфа до уровня 0,4 м, а затем в момент времени 250 с начинается откачка пульпы на группу гидроциклонов, через выходной патрубок емкости.

Результаты моделирования представлены на рисунке 14.

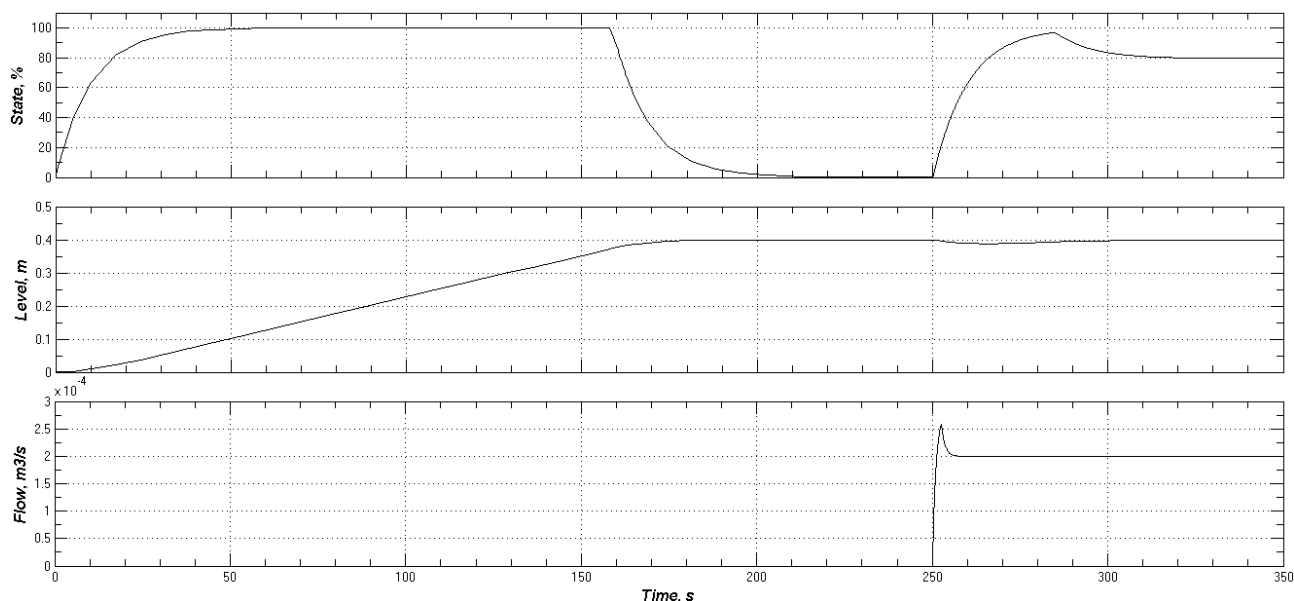


Рисунок 14 – Графики переходных процессов в системе автоматического регулирования

Выполняя анализ полученных результатов (см. рис. 14), видим, что в начальный момент времени на входе системы задана уставка по уровню – 0,4 м,

и происходит заполнение технологической емкости через открытый затвор до заданного уровня. При этом шламовый насос выключен, и откачка пульпы не осуществляется. После наполнения зумпфа до заданного уровня затвор подачи воды закрывается.

Далее на 250-й секунде включается насосный агрегат, и начинается откачка продукта из зумпфа с заданным расходом $0,0002 \text{ м}^3/\text{с}$. Система регулирования расхода выходит на установившееся значение за 10 с.

С началом откачки уровень смеси в емкости начинает уменьшаться. Для стабилизации уровня снова открывается клапан подачи воды в емкость. Система отрабатывает возмущение менее чем за 50 с.

Таким образом, система устойчива и обладает удовлетворяющими быстродействием и точностью. Результаты моделирования были использованы при реализации регуляторов непосредственно в технологическом процессе на реальном оборудовании насосной гидроциклонной установки. Отладка и настройка регуляторов выполнены с учетом поправок на неточность и упрощения моделей рассмотренных контуров.

9 РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА В SCADA-ПАКЕТЕ

В данной работе подробно описывается процесс разработки проекта в SCADA-системе для сенсорной панели оператора Siemens SIMATIC TP177, т.к. мнемосхемы для АРМ оператора уже разработаны и активно применяются на производстве (см. рис. 15).

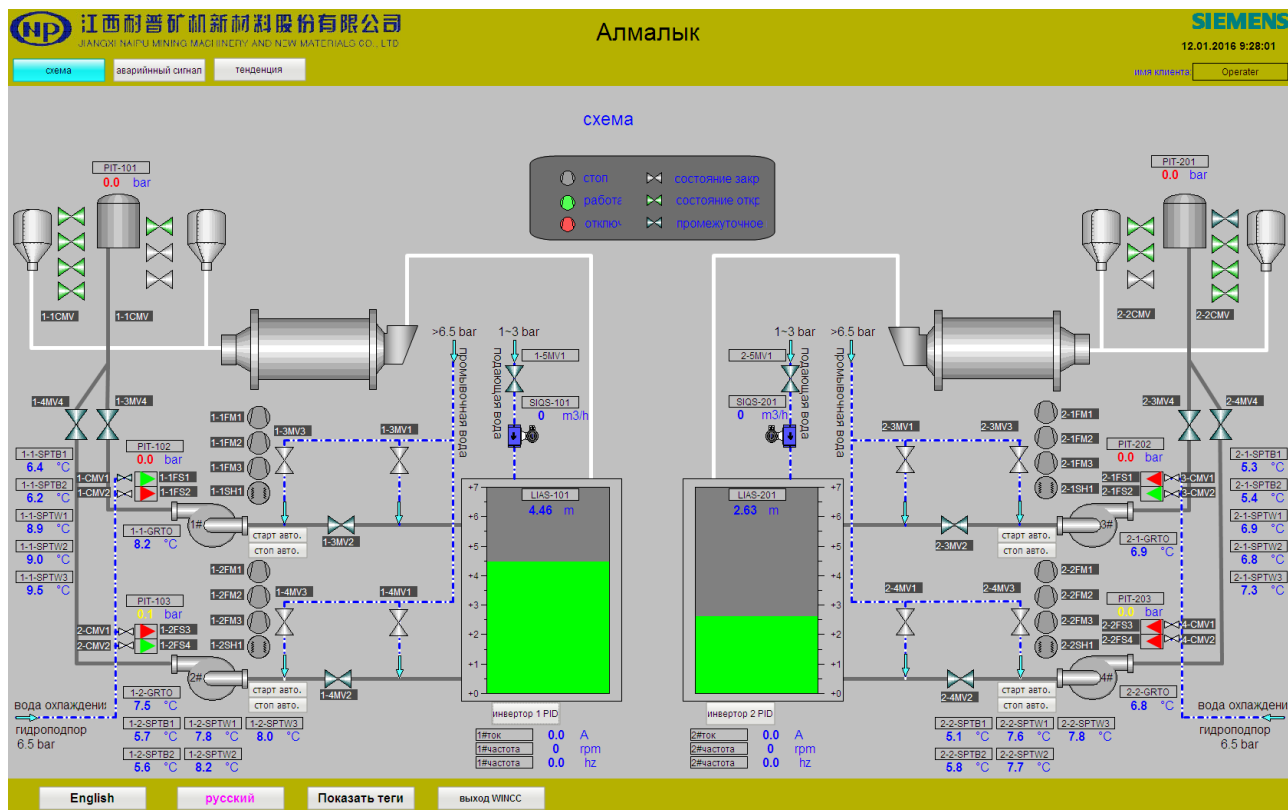


Рисунок 15 – Главный экран НГЦУ

9.1 Выбор SCADA-пакета

На современном уровне развития информационных технологий в области промышленной автоматизации большое количество процессов использует SCADA-системы (Supervisory Control And Data Acquisition) – системы диспетчерского управления и сбора данных. В настоящее время у пользователей достаточно большой выбор SCADA-систем. На российском рынке сейчас достаточно активно продвигается более десятка различных систем.

В связи с тем, что в системе автоматизированного управления гидроциклонной установкой используется программируемый логический контроллер Sie-

mens SIMATIC S7-300, разработка проекта будет вестись в SCADA-системе SIMATIC WinCC Flexible, созданной немецкой компанией Siemens. Основным фактором выбора этого SCADA-пакета является оптимальное взаимодействие между частями системы, широкое распространение на рынке, удобство использования.

Система или среда исполнения WinCC Flexible представляет собой программное обеспечение визуализации процесса. В среде исполнения проект исполняется в реальном времени технологического процесса.


В SCADA-пакете SIMATIC WinCC flexible выполняются следующие задачи:

- визуализация технологического процесса на экране;
- обмен данными с системой автоматизации;
- оперативное управление технологическим процессом, путем задания значений уставок или открытия/закрытия клапанов.

9.2 Описание SCADA-проекта

Для настройки системы управления необходимо задать пороговое значение уровня в технологическом зумпфе (минимальный и максимальный), пороговое значение давления на гидроциклоны (минимальное и максимальное), пороговые значения тока электродвигателя насоса (минимальное и максимальное) и настроить ПИД-регуляторы контуров поддержания давления на гидроциклонах и уровня пульпы в технологическом зумпфе.

9.2.1 Настройка пороговых значений

Для настройки пороговых значений необходимо нажать кнопку . После этого откроется окно меню, из которого осуществляются все системные настройки (см. рис. 16).

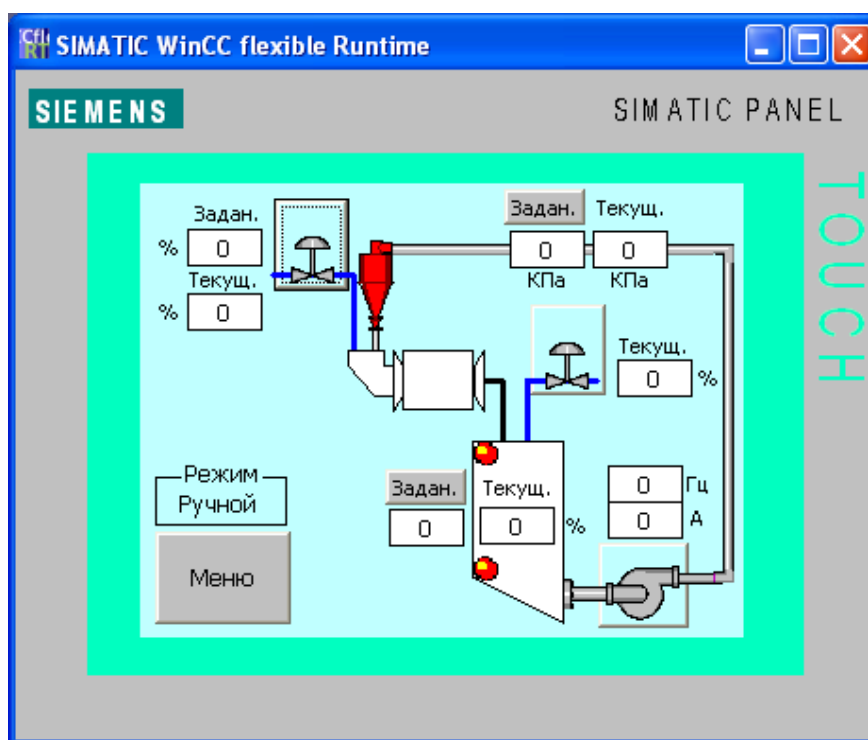


Рисунок 16 – Главный экран системы

В открывшемся окне меню (см. рис. 17) необходимо нажать кнопку

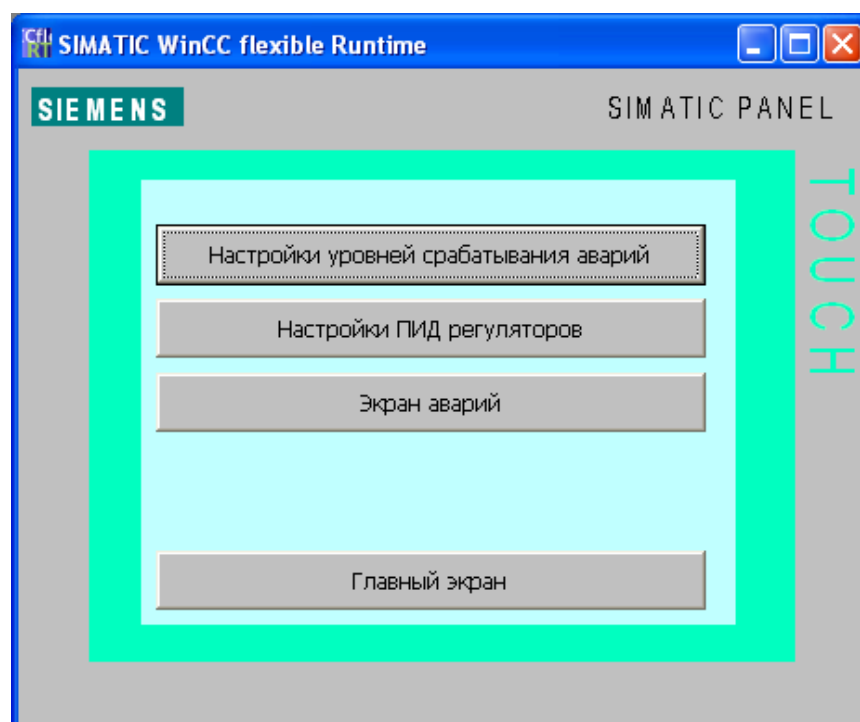
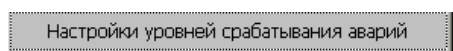


Рисунок 17 – Экран системного меню

В открывшемся окне в среднем столбце высвечиваются текущие значения параметров (см. рис. 18).

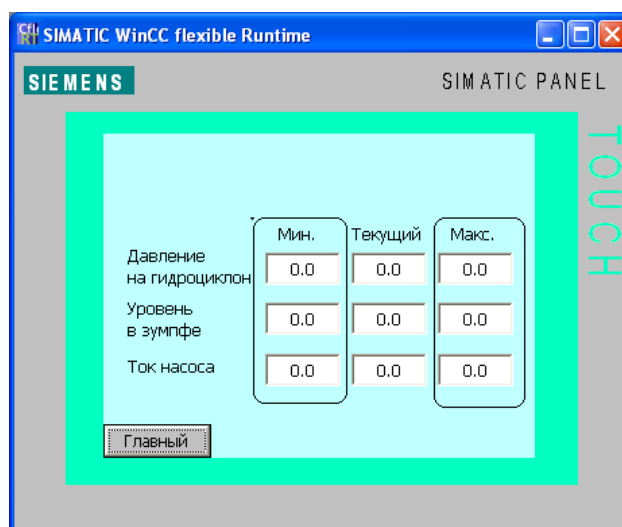


Рисунок 18 – Экран уставок

В правом и в левом столбцах выводятся минимально и максимально допустимые значения параметров, которые можно корректировать.

Для ввода или корректировки предельно допустимых значений по уровню, давлению или току двигателя насоса необходимо нажать на соответствующее цифровое поле.

При нажатии на эти кнопки появится изображение клавиатуры (см. рис. 19).

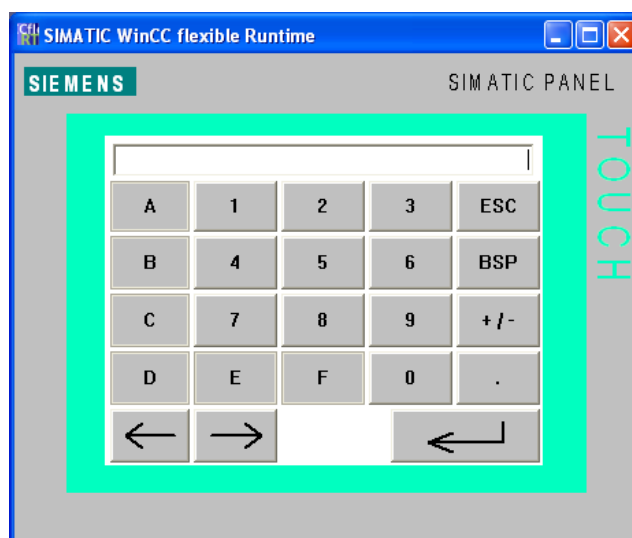



Рисунок 19 – Клавиатура

С помощью цифровых кнопок необходимо ввести требуемое значение и нажать кнопку . Введенное значение должно появиться на экране уставок.


Для выхода из экрана настроек необходимо нажать кнопку .

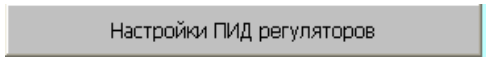
Реакция системы управления при достижении пороговых значений параметров приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Реакция АСУ НГЦУ при достижении уставок

Параметр	Значение	Реакция системы управления	
		Ручной режим	Автоматический режим
Давление на группе гидроциклонов	Ниже минимального	Предупреждение на главном экране	Останов насоса; закрытие всех заслонок; включение сигнализации
	Выше максимального	Предупреждение на главном экране	Останов насоса; закрытие всех заслонок; включение сигнализации
Уровень в технологическом зумпфе	Ниже минимального	Предупреждение на главном экране	Полное открытие заслонки подачи воды в технологический зумпф; вывод насоса на минимальные обороты
	Выше максимального	Предупреждение на главном экране	Полное закрытие заслонки подачи воды в технологический зумпф; вывод насоса на максимальные обороты
Ток двигателя насоса	Ниже минимального	Предупреждение на главном экране	Предупреждение на главном экране
	Выше максимального	Предупреждение на главном экране	Предупреждение на главном экране

9.2.2 Настройка ПИД-регуляторов

Для настройки ПИД-регуляторов необходимо нажать кнопку  на главном экране (см. рис. 16). Откроется окно меню, из которого осуществляются все системные настройки (см. рис. 17).

В открывшемся окне меню необходимо нажать кнопку . После чего откроется экран корректировки коэффициентов ПИД-регуляторов контуров поддержания давления на входе в ГЦ и уровня в технологическом зумпфе (см. рис. 20).

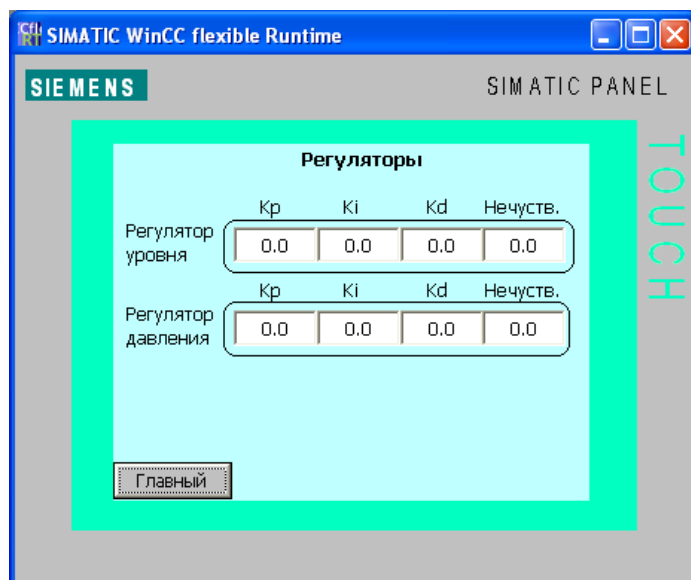
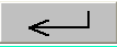


Рисунок 20 – Экран настройки ПИД-регуляторов

Для ввода или корректировки соответствующего коэффициента необходимо нажать на соответствующее поле.

После нажатия на какое-либо поле на экране появится изображение клавиатуры, с помощью которой оператор вводит новое значение и нажимает кнопку  (см. рис. 19). Введенное значение должно отобразиться на экране настройки ПИД-регуляторов.

Для выхода из экрана настроек необходимо нажать кнопку .

Коэффициенты подбираются на этапе пуско-наладочных работ. Не рекомендуется корректировать коэффициенты регуляторов в процессе эксплуатации без крайней необходимости.

9.3 Описание работы системы управления

В АСУ НГЦУ для поддержания давления на входе в гидроциклоны и уровня пульпы в зумпфе предусмотрены два режима работы:



- ручной режим;
- автоматический режим.

Переключатель режимов работы находится на двери шкафа управления. Ручное управление осуществляется с помощью графических кнопок на сенсорной панели оператора (см. рис. 16), которая также расположена на двери шкафа управления.

Управление поворотной заслонкой подачи воды в мельницу также осуществляется с помощью органов управления на сенсорной панели оператора при любом положении переключателя режимов работы.

9.3.1 Ручной режим

Для перевода системы в ручной режим работы необходимо переключатель режима на двери шкафа управления перевести в положение "Ручной".

В режиме "Ручной" для управления заслонкой на трубопроводе подачи воды в технологический зумпф или насосом необходимо нажать на соответствующее изображение на главном экране ( или  на трубопроводе подачи воды в зумпф). В этом случае произойдет переход на экран управления насосом и задвижкой (см. рис. 22).

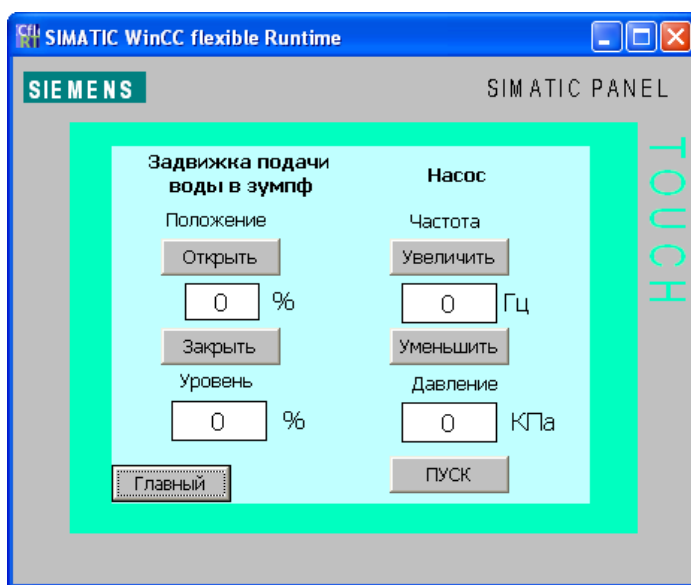
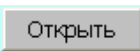
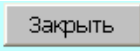

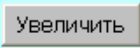



Рисунок 22 – Экран управления заслонкой подачи воды в зумпф и насосом

С помощью кнопок  или  в левой части экрана осуществляется управление заслонкой на трубопроводе подачи воды в зумпф. При



этом в соответствующих цифровых полях выводятся значения степени открытия заслонки и уровня пульпы в зумпфе.


С помощью кнопки  внизу справа осуществляется пуск и останов насоса, а с помощью кнопок  или  производится управление производительностью насоса. При этом в цифровых полях выводятся скорость вращения насоса (в Гц) и давление на входе в гидроциклоны.

Для возвращения на главный экран необходимо нажать на кнопку .

9.3.2 Автоматический режим

Для перевода системы в автоматический режим работы необходимо переключатель режима на двери шкафа управления перевести в положение "Автомат".

В этом режиме кнопки  и  на трубопроводе подачи воды в технологический зумпф становятся не активными.

Для задания значений требуемого уровня в емкости и давления пульпы на входе в ГЦ, которые необходимо поддерживать в автоматическом режиме, требуется нажать любую из кнопок  (см. рис. 16), после чего откроется окно заданий (см. рис. 23).

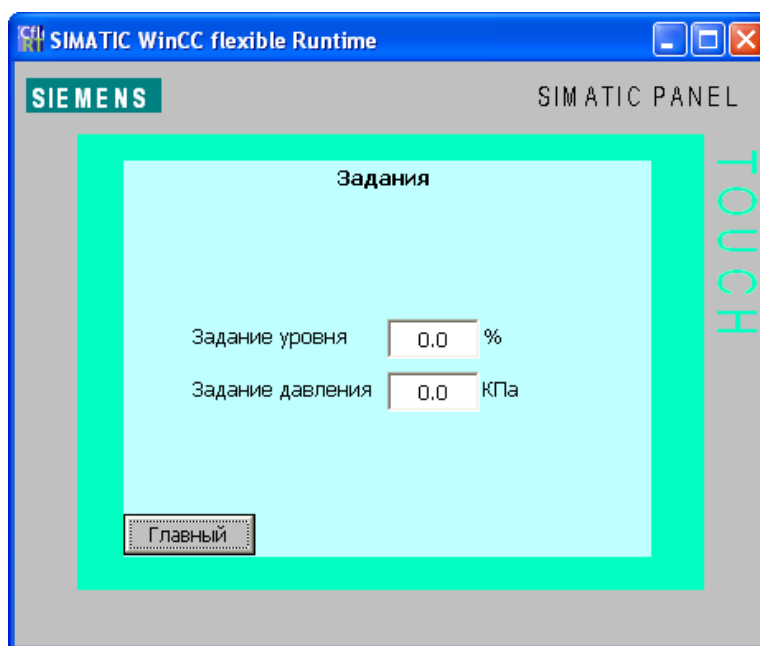
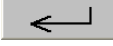



Рисунок 23 – Экран заданий

Для ввода или корректировки задания по уровню или давлению необходимо нажать на соответствующее цифровое поле, после чего появится изображение экранной клавиатуры (см. рис. 19), где с помощью цифровых кнопок необходимо ввести требуемое значение и нажать кнопку . Введенное значение должно отобразиться в соответствующем поле.

Для возвращения на главный экран необходимо нажать на кнопку 

9.3.3 Управление подачей воды в мельницу

Для управления подачей воды в мельницу необходимо нажать кнопку  на трубопроводе подачи воды в мельницу.

При нажатии на эту кнопку откроется экран управления поворотной заслонкой подачи воды в мельницу (см. рис. 24).

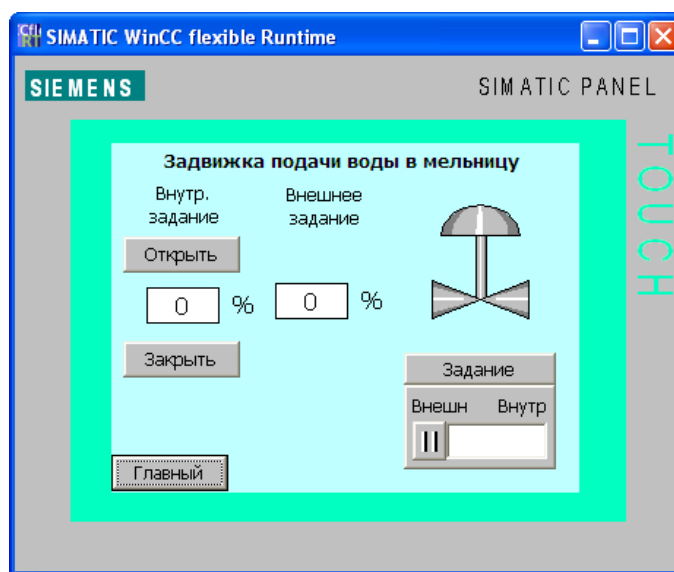
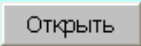
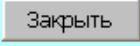


Рисунок 24 – Экран управления заслонкой подачи воды в мельницу

В системе управления предусмотрено два режима управления заслонкой подачи воды в мельницу:


- внутренне задание;
- внешнее задание.

Переключение режимов управления осуществляется с помощью слайдера "Задание" (см. рис. 24).

Внутреннее задание системы управления можно изменять с помощью кнопок  или , которые расположены в левой части экрана.

Для возвращения на главный экран необходимо нажать на кнопку .

9.4 Диагностика состояния системы

При возникновении предаварийных и аварийных состояний системы управления на главном экране появляется кнопка  в нижней части главного экрана (см. рис. 25). При нажатии на эту кнопку открывается экран диагностики (см. рис. 26).

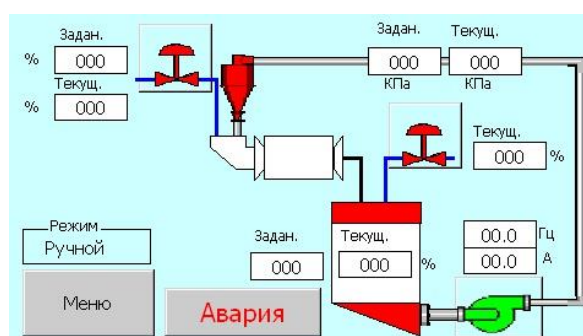


Рисунок 25 – Главный экран системы при аварии

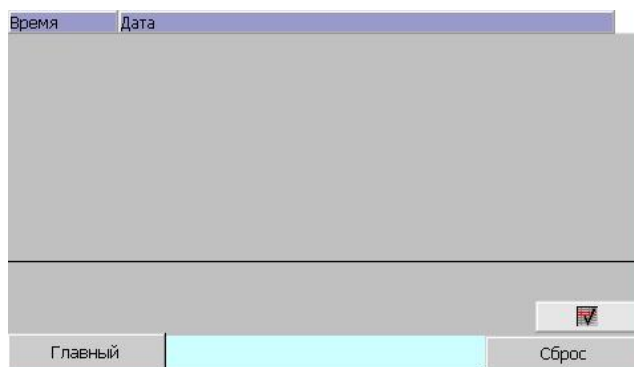


Рисунок 26 – Экран диагностических сообщений

На диагностическом экране выводится сводка по авариям с указанием:

- времени и даты аварии;
- расшифровки аварии.

Для сброса аварии необходимо нажать кнопку . Для очистки экрана необходимо нажать кнопку .

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕ-
РЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8202	Рамазанов Айрат Ринатович

Институт	ИнЭО	Кафедра	ИКСУ
Уровень образования	Дипломированный специалист	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств (в НГО)

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Общая стоимость ресурсов научного исследования: 4 млн. руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Приобретение оборудования. Расходы на демонтаж, монтаж и наладку оборудования. Организационные расходы.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	В данном разделе этот пункт не рассматривается

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Организация и планирование комплекса работ	Рассмотрение основных этапов процесса разработки с указанием исполнителей работ. Составление линейного план-графика. Диаграмма Ганта.
2. Оценка коммерческого и инновационного потенциала ИР	Расчет по технологии QuaD. Получение средневзвешанного значения показателя качества и перспективности НИ.
3. Расчет затрат на перевооружение	Расчет сметной стоимости КТС и капитальных вложений на перевооружение АС.
4. Расчет условно-годовой экономии от автоматизации	Расчет среднегодовой выручки и экономических потерь.
5. Расчет экономического эффекта, коэффициента эффективности и срока окупаемости	Оценка эффективности и экономической целесообразности капитальных вложений.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Линейный график работ по реализации проекта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЭН	Петухов Олег Николаевич	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8202	Рамазанов Айрат Ринатович		

10 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

10.1 Цели и задачи

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка автоматизированной системы управления (АСУ) насосной гидроциклонной установки (НГЦУ) отделения дробления и измельчения (ОДИ) руды. Внедрение новой АСУ проводится согласно плану производства.

Модернизация позволит снизить затраты на управление НГЦУ, в первую очередь, благодаря замене человеческого труда машинным, исполняемым Системой.

В рамках данной работы необходимо произвести экономическое обоснование проекта, чего можно достичь решением следующих задач в рамках курса "Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение":

- оценка коммерческого и инновационного потенциала;
- обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения инженерного решения;
- расчет технико-экономического эффекта.

10.2 Организация и планирование комплекса работ

Для построения линейного графика, разбиваем всю работу на этапы, количество и содержание которых определяется спецификой темы. Объективный экономический расчет позволяет равномерно распределить время работы и нагрузку на исполнителей, а также увеличить эффективность работ.

Система планирования основана на графическом представлении комплекса работ, необходимых для достижения поставленных задач: определение исполнителей каждой работы, установление продолжительности работ в рабочих днях.

Процесс разработки делится на три этапа:

- подготовительный;
- основной;

- заключительный.

Исполнителями работ являются:

- инженер-проектировщик (далее Инженер);
- научный руководитель (далее Руководитель).

Перечень основных этапов ВКР приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основных этапов ВКР

Этап проведения ВКР	Вид работы	Исполнители
1 Подготовительный	1 Получение и анализ ТЗ	Руководитель, Инженер
	2 Подбор и изучение требований нормативной документации	Руководитель, Инженер
2 Основной	1 Анализ технологического процесса	Инженер
	2 Разработка технологической схемы	Инженер
	3 Разработка структурной схемы	Инженер
	4 Разработка схемы автоматизация	Инженер
	5 Выбор комплекса технических средств	Руководитель, Инженер
	6 Разработка электрической схемы	Инженер
	7 Разработка алгоритмов управления	Руководитель, Инженер
	8 Моделирование технологического процесса	Руководитель, Инженер
	9 Разработка SCADA-проекта	Инженер
	10 Технико-экономическое обоснование проекта	Инженер
	11 Оценка безопасности и экологичности проекта	Инженер
3 Заключительный	1 Подведение итогов работы	Руководитель, Инженер
	2 Написание пояснительной записки	Инженер
	3 Оформление графического материала	Инженер
	4 Проверка работы и внесение корректировок	Руководитель, Инженер

Трудоемкость работ определяется по сумме трудоемкости этапов и видов работ, оцениваемых экспериментальным путем в человеко-днях, и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов, поэтому ожидаемое значение трудоемкости рассчитывается по формуле (10.2.1):

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (10.2.1)$$

где $t_{ож}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения работ, чел.-дн.;

t_{min} – минимально возможная трудоемкость выполнения работ (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{max} – максимально возможная трудоемкость выполнения работ (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

Сроки t_{min} и t_{max} устанавливаются методом экспертных оценок.

В связи с тем, что при выполнении работ существует вероятность того, что исполнители не уложатся в указанный срок, для каждой работы по формуле (10.2.2) оценивается дисперсия ($\sigma(t)$), т.е. среднее значение квадрата отклонения продолжительности работы от ее ожидаемого значения:

$$\sigma^2(t) = 0,04 \cdot (t_{max} - t_{min})^2. \quad (10.2.2)$$

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях ($T_{РД}$), а затем перевести полученное количество рабочих дней в календарные дни ($T_{КД}$). Длительность этапов в рабочих днях ($T_{РД}$) рассчитывается по формуле (10.2.3):

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{c \cdot p \cdot K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (10.2.3)$$

где $t_{ож}$ – трудоемкость работы, чел.-дн.;

c – число работников, занятых в выполнении данной работы, $c = (1 \dots 2)$;

p – количество смен в сутки, $p = 1$;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения нормы, $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на консультации и согласование работ, $K_{Д} = 1,2$.

Длительность этапов работ в календарных днях ($T_{КД}$) рассчитывается по формуле (10.2.4):

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot K_K, \quad (10.2.4)$$

где $T_{РД}$ – длительность этапов работ в рабочих днях;

K_K – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности (K_K) рассчитывается по формуле (10.2.5):

$$K_K = \frac{T_K}{T_K - T_{ВП}}, \quad (10.2.5)$$

где T_K – календарные дни, $T_K = 366$ дн.;

$T_{ВП}$ – выходные и праздничные дни, $T_{ВП} = 119$ дн.

Подставив значения календарных, выходных и праздничных дней в формулу (10.2.5), получим значение коэффициента календарности (K_K):

$$K_K = \frac{366}{366 - 119} \approx 1,482.$$

Остальные результаты расчетов с использованием формул (10.2.1) – (10.2.4) приведены в таблице 8. При расчетах длительность этапов в календарных днях ($T_{КД}$) округлялось до целого значения в большую сторону.

Таблица 8 – Трудозатраты на проведение ВКР

Содержание этапа	Трудоемкость работ, чел.-дн.			Диспер- сия $\sigma^2(t)$	Длительность работ, дн.	
	t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$		$T_{РД}$	$T_{КД}$
Подготовительный этап						
Получение и анализ ТЗ	1	2	1,4	0,04	0,84*	2
Разработка и утверждение ТЗ	3	5	3,8	0,16	2,28*	4
Основной этап						
Анализ технологического процесса	2	3	2,4	0,04	2,88	5
Разработка технологической схемы	2	3	2,4	0,04	2,88	5
Разработка структурной схемы	2	3	2,4	0,04	2,88	5
Разработка схемы автоматизации	2	3	2,4	0,04	2,88	5
Выбор комплекса технических средств	3	5	3,8	0,16	2,28*	4
Разработка электрической схемы	3	5	3,8	0,16	4,56	7
Разработка алгоритмов управления	2	4	2,8	0,16	1,68*	3
Моделирование ТП	4	6	4,8	0,16	2,88*	5
Разработка SCADA-проекта	4	6	4,8	0,16	5,76	9
ТЭО разработки	3	5	3,8	0,16	4,56	7
Оценка безопасности и экологичности	5	5	3,8	0,16	4,56	7
Заключительный этап						
Подведение итогов	1	3	1,8	0,16	1,08*	2

Продолжение таблицы 8

Содержание этапа	Трудоемкость работ, чел.-дн.			Диспер- сия $\sigma^2(t)$	Длительность работ, дн.	
	t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$		t_{min}	t_{max}
Заключительный этап						
Написание пояснительной записки	6	8	6,8	0,16	8,16	13
Оформление графических схем	4	6	4,8	0,16	5,76	9
Проверка и корректировка проекта	2	3	2,4	0,04	1,44*	3
Итого:	47	75	58,2	-	57,36	95

* – число работников $c = 2$.

Линейный график работ по реализации проекта приведен в приложении Е.

10.3 Оценка коммерческого и инновационного потенциала инженерных решений

Для оценки экономического потенциала внедрения АСУ НГЦУ используем технологию QuaD.

Технология QuaD (QQuality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение о целесообразности вложения денежных средств в инженерный проект.

Оценка проекта по технологии QuaD приведена в таблице 9.

Таблица 9 – Оценочная карта по технологии QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Макс. балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1 Энергоэффективность	0,07	85	100	0,85	0,06
2 Надежность	0,1	90	100	0,90	0,09
3 Унифицированность	0,1	95	100	0,95	0,10
4 Уровень материалоемкости разработки	0,06	70	100	0,70	0,04
5 Безопасность	0,1	90	100	0,90	0,09
6 Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,08	90	100	0,90	0,07
7 Простота эксплуатации	0,07	80	100	0,80	0,06
8 Качество интеллектуального интерфейса	0,08	85	100	0,85	0,07

Продолжение таблицы 9

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Макс. балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
1 Перспективность проекта	0,08	70	100	0,70	0,06
2 Цена	0,06	60	100	0,60	0,04
3 Послепродажное обслуживание	0,05	60	100	0,60	0,03
4 Финансовая эффективность научной разработки	0,07	75	100	0,75	0,05
Итого:	1	-	-	-	-

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле (10.3.1):

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i, \quad (10.3.1)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес i -го показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Таким образом, подставив значения из таблицы 34 в формулу (10.3.1) имеем:

$$P_{cp} = 62,2.$$

Полученное значение P_{cp} позволяет говорить о том, что перспективность разработки выше среднего. В свою очередь, перспективность и экономическая эффективность данного проекта состоит в увеличении безопасности, снижении количества аварийных ситуаций и излишних остановок технологического процесса.

10.4 Расчет затрат на перевооружение

Единовременные затраты на перевооружение АС (K) определяются по формуле (10.4.1):

$$K = K_{\Pi} + K_K, \quad (10.4.1)$$

где K_{Π} – предпроизводственные затраты, руб.;

K_K – капитальные затраты, руб.

На создание необходимого программного обеспечения потребуется 150 тысяч рублей. Эта сумма отнесена к итогу по производственным затратам. Таким образом, $K_{\Pi} = 200$ тыс. руб.

Величина капитальных затрат (K_K) определяется по формуле (10.4.2):

$$K_K = K_{\text{КТС}} + K_M - K_B + K_T + K_3 + K_{\text{ДМ}}, \quad (10.4.2)$$

где $K_{\text{КТС}}$ – затраты на приобретение КТС, руб.;

K_M – затраты на установку, монтаж и запуск приборов и автоматики (принимаются в размере 20 % от стоимости КТС), руб.;

K_B – сметная стоимость технических средств, высвобожденных в результате внедрения АС, руб.;

K_T – транспортные расходы (принимаются в размере 5 % от суммы затрат на приобретение КТС и запасных инструментов и приспособлений (ЗИП)), руб.;

K_3 – затраты на приобретение ЗИП (принимаются в размере 3 % от стоимости КТС), руб.;

$K_{\text{ДМ}}$ – затраты на демонтаж высвобожденных технических средств (принимаются в размере 7 % от стоимости КТС), руб.

Сметная стоимость КТС согласно заказной спецификации средств контроля и управления составляет 3 022 220 руб. Тогда, в соответствии с принятыми допущениями основные статьи расхода, а также сумма капитальных затрат согласно формуле (10.4.2) составят следующие значения (см. табл. 10).

Таблица 10 – Расчет капитальных затрат на модернизацию АСУ НГЦУ

Статья расхода	Величина расхода, руб.
Затраты на приобретение КТС ($K_{\text{КТС}}$)	3 022 220
Затраты на установку, монтаж и запуск КИПиА (K_M)	604 444
Стоимость высвобожденных технических средств (K_B)	453 333
Транспортные расходы (K_T)	151 111
Стоимость ЗИП (K_3)	90 667
Затраты на демонтаж высвобожденного оборудования ($K_{\text{ДМ}}$)	211 555
Сумма капитальных затрат (K_K)	3 626 664

Таким образом, капитальные вложения на перевооружение Системы (K_K) составят 3 626 664 руб.

Следовательно, единовременные затраты на перевооружение АС согласно формуле (10.4.1) составят:

$$K = 200\,000 + 3\,626\,664 = 3\,826\,664 \text{ руб.}$$

10.5 Расчет условно-годовой экономии от автоматизации

Условно-годовая экономия представляет собой прирост прибыли, который может быть получен в основном производстве за счёт сокращения текущих затрат на изготовление продукции после автоматизации.

Для рассматриваемого объекта условно-годовая экономия выражается в автоматизации производства, т.е. заменой человеческого труда на машинный.

Согласно выполненным расчетам сметчика проектной организации условная годовая экономия от автоматизации составит 2 147 832,64 руб.

10.6 Расчет экономического эффекта, коэффициента эффективности и срока окупаемости капитальных затрат

Годовой экономический эффект от автоматизации ($\mathcal{E}_{\text{год}}$) определяется по формуле (10.6.1):

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \Delta\Pi - E_n \cdot K, \quad (10.6.1)$$

где $\Delta\Pi$ – прирост прибыли, вызванный внедрением средств автоматизации (в данном случае равен условно-годовой экономии), руб.;

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений (для средств вычислительной техники принят равным 0,5) (см. табл. 11);

K – единовременные затраты на перевооружение Системы, руб.

Таблица 11 – Максимальные сроки окупаемости капитальных вложений на мероприятия по автоматизации

Мероприятия	Ток(норм), год	Ен
Механизация и автоматизация отдельных процессов и операций, модернизация и частичная замена оборудования и средств автоматизации	2 ... 3	0,5 ... 0,35

Подставив соответствующие значения в формулу (10.6.2) получим годовой экономический эффект от автоматизации:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 2\,147\,832,64 - 0,5 \cdot 3\,626\,664 = 334\,500,64 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости затрат на автоматизацию ($T_{\text{ок}}$), показывающий время, в течение которого капитальные вложения окупят себя за счет дополнительной прибыли или экономии, определяется по формуле (10.6.2):

$$T_{\text{ок}} = K/\Delta\P. \quad (10.6.2)$$

Подставив в формулу (10.6.2) соответствующие значения получим срок окупаемости затрат на автоматизацию:

$$T_{\text{ок}} = 3\,626\,664/2\,147\,832,64 \approx 1,7 \text{ лет} \approx 1 \text{ год } 9 \text{ месяцев.}$$

Коэффициент экономической эффективности ($K_{\text{эф}}$), показывающий экономию после автоматизации на каждый рубль капитальных вложений на автоматизацию, рассчитывается по формуле (10.6.3):

$$K_{\text{эф}} = \Delta\P/K_{\text{к}}. \quad (10.6.3)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (10.11) рассчитаем коэффициент экономической эффективности:

$$K_{\text{эф}} = 2\,147\,832,64/3\,626\,664 \approx 0,6.$$

Сравним полученные значения срока окупаемости и коэффициента экономической эффективности с нормативными значениями, проверим систему условий (10.6.4):

$$\begin{cases} T_{\text{ок(расч)}} \leq T_{\text{ок(норм)}}, \\ K_{\text{эф}} \geq E_{\text{н}}. \end{cases} \quad (10.6.4)$$

Результаты проведенного анализа эффективности проекта приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Результаты анализа эффективности проекта

Показатель	Ед. изм.	Значение
1 Капитальные вложения	руб.	3 626 664
2 Единовременные затраты	руб.	3 826 664
3 Годовой экономический эффект	руб.	2 147 832,64
4 Срок окупаемости затрат на автоматизацию	год, месяц	1 год 9 месяцев
5 Коэффициент экономической эффективности	-	0,6

Таким образом, в результате проведенного анализа на основе расчетов проект может быть признан эффективным и экономически целесообразным.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
З-8202	Рамазанов Айрат Ринатович

Институт	ИнЭО	Кафедра	ИКСУ
Уровень образования	Дипломированный специалист	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств (в НГО)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Инженер-проектировщик использует в работе ЭВМ, многофункциональное устройство, бумажные документы.</p> <p>Вредные факторы: повышенный уровень ионизирующих и электромагнитных излучений от работы монитора, повышенный уровень шума оборудования, недостаточная освещенность рабочего места, некомфортный для работы микроклимат, монотонность работы, умственное напряжение, эмоциональные перегрузки.</p> <p>Опасные факторы: опасность поражения электрическим током.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>ГОСТ 12.1.030-81, ГОСТ 12.1.038-82, НРБ-99, ГОСТ 12.1.006-84, СанПиН 2.2.4.1191-03, СанПиН 2.2.4.548-96, ГОСТ 12.1.003-83, СНиП П-12-77, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03,</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>Анализ выявленных вредных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – воздействие опасных и вредных факторов на организм человека; – определение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – определение средств индивидуальной защиты, если их применение необходимо
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Анализ выявленных опасных факторов</p> <ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность (статическое электричество – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны 	<p>Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – снижение потребления электроэнергии;

<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<ul style="list-style-type: none"> – утилизация производственных отходов; <p>Ссылки на НТД по охране окружающей среды.</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны
Перечень графического материала:	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – План расположения светильников в помещении; – План эвакуации людей при пожаре;

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.03.2014
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭиБЖ	Извеков Владимир Николаевич	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8202	Рамазанов Айрат Ринатович		

11 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

11.1 Аннотация

В выпускной квалификационной работе рассматривается проект модернизации автоматизированной системы гидроциклонной установки дробления и измельчения руды. Проект состоит из трех частей: основной экономической и специальной.

В первой (основной) части дипломного проекта рассматриваются общие данные об объекте. Проводится анализ технологического процесса, формирование технического задания, выбор комплекса технических средств, нормирование погрешности канала измерения, моделирование технологического процесса, разработка пакета необходимой графической документации. Глава основана на различного рода нормативно-технической документации.

Во второй (экономической) части выполнено технико-экономическое обоснование НИР, произведен расчет на организацию и планирование комплекса работ; составлен линейный график работ по реализации проекта; осуществлены расчеты по оценке коммерческого и инновационного потенциала инженерных решений; представлены затраты на модернизацию АСИ, экономия по результатам внедрения Системы; расчеты экономического эффекта, коэффициента эффективности и срока окупаемости.

В заключительной (специальной) части проекта рассматриваются вопросы охраны труда и безопасности жизнедеятельности при разработке дипломного проекта инженером-проектировщиком. Данный раздел посвящен обнаружению и изучению опасных и вредных производственных факторов при работе с ПЭВМ, отрицательно влияющих на здоровье человека; оценке условий труда, микроклимата рабочей среды; ослаблению действия этих факторов до безопасных пределов или исключению их, если это возможно. Также, рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

Социальная ответственность организаций включает в себя соблюдение прав персонала на труд, выполнение требований к безопасности и гигиене труда, к промышленной безопасности и охране окружающей среды.

В соответствии с международным стандартом IC CSR26000:2011 [14] целями составления настоящего раздела является принятие проектных решений, исключающих несчастные случаи в производстве и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

11.2 Введение

Охрана труда и безопасность жизнедеятельности является одним из важнейших вопросов при проектировании, а также при создании нормальных климатических условий для работы.

Труд рабочих и служащих должен быть организован таким образом, чтобы каждый трудящийся по своей специальности и квалификации имел закрепленное за ним рабочее место, своевременно, до начала работы, был ознакомлен с его содержанием. Необходимо, чтобы условия труда были здоровыми и безопасными, оборудование и инструменты исправными.

11.3 Производственная безопасность

11.3.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Опасным называется производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья. Если же производственный фактор приводит к заболеванию или снижению работоспособности, то его считают вредным (ГОСТ 12.0.002-80 [15]).

Рабочее место инженера-проектировщика функционирует в условиях, определяемых окружающей средой. Согласно ГОСТ 12.0.003-74 "Опасные и вредные производственные факторы. Классификация" [16] эту среду называют рабочей, понимая под ней совокупность следующих факторов, воздействующих

на проектировщика: физических, химических, биологических, психофизиологических.

В помещении на инженера–проектировщика могут негативно действовать следующие физические факторы (см. табл. 13).

Таблица 13 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74 [16])		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работа инженер-проектировщика за ПЭВМ.	1. Отклонение показателей микроклимата. 2. Недостаточная освещенность. 3. Повышенный уровень шума. 4. Повышенный уровень ионизирующего излучения. 5. Повышенный уровень электромагнитных полей. 6. Нервно-эмоциональные перегрузки. 7. Умственное перенапряжение. 8. Перенапряжение зрительного анализатора.	1. Электрический ток. 2. Пожар.	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 – освещенность, микроклимат, шум [17]

11.4 Производственная санитария

11.4.1 Микроклимат

На рабочем месте инженера-проектировщика должны обеспечиваться оптимальные микроклиматические условия в холодный и теплый периоды года. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" [17] оптимальные параметры микроклимата сведены в таблицу 14.

Таблица 14 – Оптимальные параметры микроклимата

Температура, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
19 ... 21	55 ... 62	< 0,1

Помещения с ЭВМ должны оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией.

11.4.2 Освещенность

Основные требования к производственному освещению:

- необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочем месте, а также в пределах окружающего пространства;
- на рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени;
- в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блеклость;
- величина освещенности должна быть постоянной во времени;
- следует выбирать необходимый спектральный состав света;
- все элементы осветительных установок должны быть долговечными, электробезопасными, а также не должны быть причиной возникновения пожара или взрыва;
- установка должна быть удобной и простой в эксплуатации, отвечать требованиям эстетики.

Параметры помещения: ширина $A = 5$ м, длина $B = 9$ м, высота $H = 3,5$ м.

11.4.2.1 Выбор источников света

Основным источником света, как для общего, так и для комбинированного освещения, являются люминесцентные лампы. Наиболее экономичными являются лампы типа ЛБ (лампа белого цвета). Поэтому в нашем случае выбираем лампы ЛБ.

11.4.2.2 Выбор системы освещения

Проектируют искусственное освещение двух систем: общее (равномерное и локализованное) и комбинированное (к общему добавляется местное). В рабочем помещении используют общее равномерное освещение.

11.4.2.3 Выбор осветительных приборов

Выбираем открытые двухламповые светильники типа ОД для общего освещения, поскольку помещение имеет хорошее отражение потолка и стен.

Параметры светильников указаны в таблице 15.

Таблица 15 – Параметры выбранного светильника

Тип светильника	Кол-во ламп, шт.	Размеры, мм			КПД, %	Световой поток лампы, лм
		длина	ширина	высота		
ОД-2-80	2	1 531	266	198	75	4 320

11.4.2.4 Выбор освещенности и коэффициента запаса

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [17], освещённость помещения для данного типа работ принята равной 400 лк. Полученная величина освещённости корректируется с учетом коэффициента запаса.

Для помещения с малым выделением пыли $K_3 = 1,5$ – при люминесцентных лампах.

11.4.2.5 Размещение осветительных приборов

Расположим светильники рядами параллельно стенам с окнами.

Расстояние между светильниками в ряду (11.4.2.5.1):

$$L = \lambda \cdot h, \quad (11.4.2.5.1)$$

где $\lambda = 1,3$;

h – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью (11.4.2.5.2):

$$h = H - h_c - h_p, \quad (11.4.2.5.2)$$

где $H = 3,5 \text{ м}$ – геометрическая высота помещения;

$h_c = 1 \text{ м}$ – свес светильника;

$h_p = 1 \text{ м}$ – высота рабочей поверхности.

Таким образом, согласно формуле (11.4.2.5.2) высота подвеса светильника составляет 1,5 м. Следовательно, по формуле (11.4.2.5.1) расстояние между светильниками в ряду составит 1,95 м.

Согласно параметров светильников (см. табл. 15), параметров помещения (см. п. 11.4.2) и расчетных данных (см. п. 11.4.2.5) максимально возможно разместить восемь ламп (см. рис. 27).

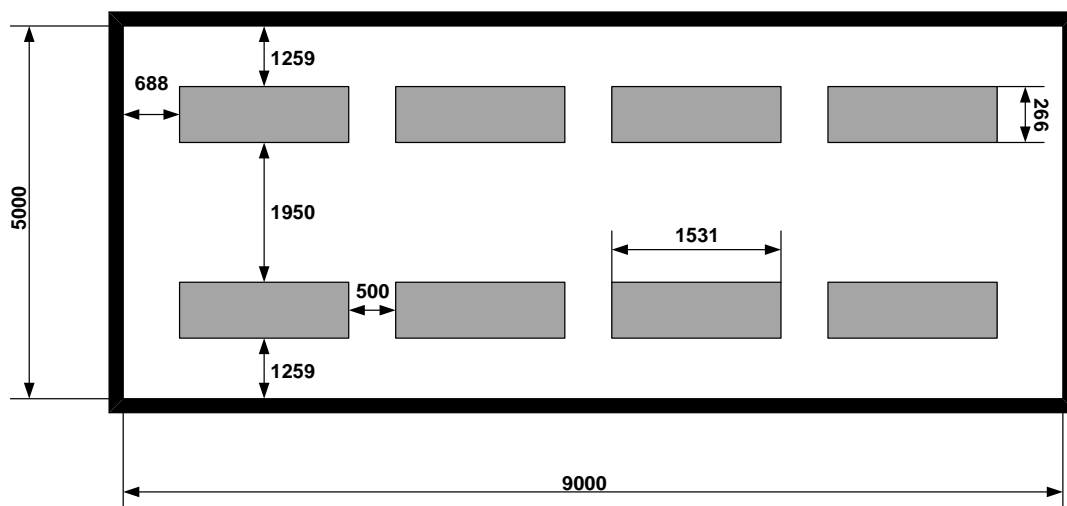


Рисунок 27 – План расположения светильников в помещении

11.4.2.6 Расчет осветительной установки

Расчет осуществляется по методу коэффициента использования.

Величина светового потока определяется формулой (11.4.2.6.1).

$$F = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{N \cdot n \cdot \eta}, \quad (11.4.2.6.1)$$

где E – минимальная освещенность;

k – коэффициент запаса, принят равным 1,5 (см. п. 11.4.2.4);

S – площадь помещения, 45 м²;

z – коэффициент минимальной освещенности (коэффициент неравномерности освещения), принимается равным 1,1 (для люминесцентных ламп);

$N = 8$ – число светильников в помещении (см. п. 11.4.2.5);

$n = 2$ – число ламп в светильнике (см. табл. 15);

η – коэффициент использования светового потока.

Для определения коэффициента использования светового потока η требуется определить индекс помещения (i) по формуле (11.4.2.6.2).

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \quad (11.4.2.6.2)$$

где S – площадь помещения, 45 м²;

$h = 1,5 \text{ м}$ – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью (см. п. 11.4.2.5);

$A = 5 \text{ м}$, $B = 9 \text{ м}$ – стороны помещения (см. п. 11.4.2).

Таким образом, согласно формуле (11.4.2.6.2) индекс помещения равен:

$$i = \frac{5 \cdot 9}{1,5 \cdot (5 + 9)} \approx 2,143.$$

Коэффициенты отражения поверхностей оценены субъективно и приняты равными:

- $r_{\text{потолка}} = 70 \%$;
- $r_{\text{стен}} = 50 \%$;
- $r_{\text{пола}} = 30 \%$.

Таким образом, для полученных индекса помещения и коэффициентов отражения поверхностей помещения примем коэффициент использования светового потока равным $\eta = 60 \%$.

Выразим из формулы (11.4.2.6.1) минимальную освещенность и определим ее значение.

$$E = \frac{F \cdot N \cdot n \cdot \eta}{S \cdot k \cdot z} = \frac{4320 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,6}{45 \cdot 1,5 \cdot 1,1} \approx 558, (54) \text{ (лк)}.$$

Расчетная величина минимальной освещенности проектируемой системы больше, чем требуемая согласно СанПин 2.2.2/2.4.1340-03 (400 лк). Соответственно, можно заключить, что система освещения спроектирована верно.

11.4.3 Шум и вибрация

В производственных помещениях, в которых работа на ВДТ и ПЭВМ является основной, уровни шума на рабочих местах не должны превышать значений, установленных для данных видов работ СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [17]. Согласно требований указанных санитарных норм, уровень шума для помещения, в котором работает инженер-проектировщик, не должен превышать 50 дБА.

Источниками постоянного шума в рассматриваемом помещении являются:

- люминесцентные лампы (шум дросселей);
- кондиционер;
- компьютеры (шум дисководов, винчестеров, вентиляторов).

Суммарный уровень шума, производимого указанными источниками, составляет 40 ... 45 дБА и, таким образом, не превышает установленного предела в 50 дБА. Следовательно, никаких мер защиты от шума в анализируемом помещении не предусматривается.

11.5 Техника безопасности

11.5.1 Электробезопасность на рабочем месте

В связи с развитием научно-технического прогресса, повсеместно во все отрасли производства и трудовой деятельности внедряются средства вычислительной техники. Масштабное применение компьютерной техники вызывает ряд негативных последствий, что приводит к ухудшению состояния здоровья пользователей.

Наибольшую опасность в офисном помещении представляет поражение человека электрическим током вследствие замыкания электрической цепи через тело человека (при прикосновении человека к сети не менее чем в двух точках).

В соответствии с классификацией помещений по опасности поражения людей электрическим током данное офисное помещение относится к классу помещений без повышенной опасности поражения людей электрическим током, которое характеризуется отсутствием следующих условий, создающих повышенную или особую опасность:

- особая сырость – 100 % (потолок, стены, пол, и предметы в помещении покрыты влагой);
- химически активная или органическая среда, разрушающая изоляцию и токоведущие части электрооборудования;
- влажность, превышающая 75 %;

- токопроводящая пыль;
- токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные);
- высокая температура (выше плюс 35 °С);
- возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединения с землёй металлоконструкциям зданий, механизмов, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

Электрооборудование помещения, в котором производится работа, относится к установкам напряжением до 1000 В.

Перед началом работы с ЭВМ необходимо удостовериться в исправности выключателей, электропроводки, штепсельных розеток, используемых для включения оборудования в сеть, а также в наличии заземления компьютера и его работоспособности.

Для исключения возможности поражения электрическим током в процессе работы с компьютерной техникой запрещается:

- производить частое включение и выключение компьютера без существующей на то необходимости;
- прикасаться к экрану и к тыльной стороне блоков компьютера и иного периферийного оборудования;
- работать на средствах вычислительной техники и периферийном оборудовании, при имеющихся нарушениях целостности корпуса и конструктивных элементов, нарушениях изоляции проводов, неисправностях индикации включения питания и при признаках электрического напряжения на корпусе;
- класть на средства вычислительной техники и периферийное оборудование посторонние предметы;
- очищать электрооборудование и его части от пыли и загрязнений под напряжением.

При обнаружении неисправностей электрооборудования немедленно обесточить его, оповестить ответственного за электробезопасность. Продолжать работу можно только при устранении неисправности. При обнаружении обрыва

электрической линии также необходимо оповестить ответственного и принять меры по исключению контакта с обрывом людей.

При завершении работы необходимо обесточить все средства вычислительной техники и периферийное оборудование.

Технические средства защиты от поражения электрическим током делятся на коллективные и индивидуальные.

В состав основных коллективных способов и средств электрозащиты входят: изоляция токопроводящих частей (проводов) и ее непрерывный контроль; предупредительная сигнализация и блокировки; использование знаков безопасности; защитное заземление; защитное отключение.

В соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) – по степени опасности поражения людей электрическим током помещения делятся на три категории:

1) Помещения с повышенной опасностью, имеющие один из признаков повышенной опасности: сырости (относительная влажность воздуха длительно превышает 75%), токопроводящей пыли, токопроводящих полов, высокой температуры воздуха, возможности одновременного прикосновения человека к соединенным с землей металлическим конструкциям и к частям, находящимися или могущими оказаться под напряжением.

2) Помещения особо опасные, характеризующиеся наличием двух признаков повышенной опасности или одного из признаков особой опасности: особой сырости, химически активной среды, действующей разрушающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

3) Помещения без повышенной опасности характеризующиеся отсутствием условий, создающих повышенную и особую опасность. Электроустановки в наружных условиях или под навесами приравниваются к электроустановкам в особо опасных помещениях.

В связи с отсутствием факторов, придающих помещению повышенную или особую опасность, рабочее место инженера-проектировщика отнесем к третьему типу, как помещение без повышенной опасности.

11.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

11.6.1 Пожарная безопасность

Под пожарной безопасностью понимают состояние объекта народного хозяйства или иного назначения, при котором путем выполнения правовых норм, противопожарных и инженерно-технических мероприятий исключается или снижается вероятность возникновения и развития пожара, воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Обеспечение пожарной безопасности достигается комплексом организационных, противопожарных и специальных мероприятий, направленных на исключение условий возникновения пожаров и воздействия на людей опасных факторов пожара или его максимальное уменьшение, а также для обеспечения защиты материальных ценностей, в числе которых:

- проведение инженерно-технических и пожарно-профилактических мероприятий;
- обеспечение необходимого количества средств пожаротушения;
- функционирование средств сигнализации и оповещения.

При возникновении пожара главной задачей, как и в любой ЧС, является спасение людей. Особенностью пожаров являются образование дыма и других газообразных продуктов горения, которые и являются в первую очередь причинами гибели или тяжелого поражения людей. Другая особенность заключается в паническом страхе человека перед огнем, который выражается в полной потере самообладания и беспредельном желании "убежать" от пламени. В этой ситуации люди прыгают с любого этажа, в воду и т.д.

К числу простых, но надежных мероприятий, относится обеспечение путей эвакуации из зоны пожара, включая заранее разработанный и доведенный до сведения людей план вывода из помещения, изображенный графически на видном месте, обозначение световыми сигналами мест выхода; обеспечение обозначенных проходов и проездов свободными. Пути выхода с верхних этажей должны быть наружными или иметь постоянно открытые выходы дыма.

Помещение, в котором происходит процесс проектирования, содержит твердые и волокнистые горючие вещества, не выделяющие горючую пыль или волокна, переходящие во взвешенное состояние. Таким образом, согласно НПБ 105-03 [18] данное помещение может быть отнесено к категории Д, потому как оно характеризуется наличием негорючих веществ и материалов в холодном состоянии. Исходя из возможности образования взрывоопасных смесей, горючей пыли или волокон с переходом их во взвешенное состояние, помещение может классифицироваться как взрывобезопасное, так как условия для образования таких взрывоопасных продуктов отсутствуют.

К возможным причинам возникновения пожара можно отнести:

- халатное и неосторожное обращение с огнем (курение, оставление без присмотра нагревательных приборов);
- неправильное устройство и неисправность вентиляционной системы;
- самовоспламенение или самовозгорание веществ;
- короткое замыкание;
- статическое электричество.

11.6.1.1 Мероприятия по предупреждению и устранению пожаров

11.6.1.1.1 Пожарная сигнализация

Система пожарной сигнализации оповещает людей о пожаре или задымлении в помещении. Помимо установки пожарной сигнализации на своем объекте, заключается договор на обслуживание данной системы с организацией, имеющей на это лицензию. В обслуживание входит проведение установленных нормами регламентных работ и устранение неисправностей в работе системы. Основные функции пожарной сигнализации обеспечиваются различными техническими средствами. Для обнаружения пожара служат извещатели, для обработки и протоколирования информации и формирования управляющих сигналов тревоги – приемно-контрольная аппаратура и периферийные устройства (подключаются к контрольной панели через внешние линии связи).

11.6.1.1.2 Огнетушители

В помещении установлены порошковые и углекислотные огнетушители. В состав углекислотных огнетушителей входят «чистые» огнетушащие составы. Огнетушащее вещество – двуокись углерода (CO_2), которая, попадая на горящее вещество, охлаждает его и производит тушение; испаряясь, она не оставляет следов, не повреждающие офисную технику и другие объекты.

Огнетушители располагаются на защищаемом объекте в легкодоступных и заметных местах таким образом, чтобы они были защищены от воздействия прямых солнечных лучей, каких-либо механических воздействий и других неблагоприятных факторов, таких как повышенная влажность и других. После применения огнетушителя в закрытом помещении, помещение необходимо проветрить. Каждый сотрудник офиса в обязательном порядке должен быть ознакомлен с правилами эксплуатации огнетушителей.

Рекомендуется периодически проверять массу заряда огнетушителя (не реже одного раза в два года). Величина массы баллона с запорно-пусковым устройством без заряда выбивается на корпусе запорного устройства.

11.7 Экологическая безопасность

В помещении, в котором осуществляется процесс проектирования, используется офисная техника, в состав которой входят:

- компьютеры;
- принтеры (лазерные);
- сканеры;
- копировальные аппараты.

Офисная техника относится к классу высокотехнологичных изделий. Вышедшие из строя изделия можно восстановить с помощью замены изношенных частей на новые. Ремонт и восстановление офисной техники производится специализированными фирмами.

При эксплуатации компьютерной техники к расходным материалам, не подлежащим восстановлению, относятся:

- манипулятор "мышь";
- клавиатура.

Клавиатура и манипулятор более чем на 90 % состоят из пластика. Срок эксплуатации, по данным производителей, составляет примерно 5 лет.

При эксплуатации копировальной техники и принтеров остаются использованные картриджи, состоящие примерно на 90 % из пластика. Большинство моделей картриджей рассчитано на одноразовое использование и дополнительной заправке не подлежат. По окончании срока эксплуатации использованные картриджи должны передаваться на восстановление в специализированные предприятия, однако в реальной ситуации картриджи поступают в отходы.

В результате эксплуатации офиса образуются твердые бытовые отходы, в состав которых входит бумага, картон, пластик, люминесцентные лампы.

Разумным подходом к утилизации твердых бытовых отходов является организации вторичной переработки вместо вывоза аппаратуры на свалки. Таким образом, удастся получить некоторое количество ценных материалов, пригодных для повторного использования в качестве сырья, исключая стадию их добычи или изготовления. Данный способ позволит сократить расходы производства и снизить нагрузку на окружающую среду за счет уменьшения технологического цикла. Утилизация офисной техники с помощью профессионалов, позволяет обеспечить стабильное функционирование процессов производства с использованием вторичных материалов.

11.8 Правовые и организационные требования

11.8.1 Эргономические требования к организации и оборудованию рабочих мест с ЭВМ

Правильная организация и оборудование рабочего места является важной составляющей комплекса мероприятий по устранению опасных и вредных факторов, действующих на инженера–проектировщика в процессе его работы.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к ПЭВМ и организации работы" [17] к рабочему месту оператора ЭВМ предъявляются нижеследующие требования.

Высота помещения (от пола до потолка), в котором располагается рабочее место, должна быть не менее 3,0 м. По отношению к световым проемам рабочее место должно располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева. Схемы размещения рабочих мест с ЭВМ должны быть выполнены с учетом расстояния между рабочими столами с мониторами, расстояние между тыльной поверхностью одного монитора до экрана другого должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями мониторов – не менее 1,2 м. Площадь на одно рабочее место с ЭВМ должна составлять не менее 4,5 м², а объем не менее 20,0 м³ [18].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана автоматизированная система управления насосной гидроциклонной установки, соответствующая требованиям технического задания. Также реализованы следующие задачи:

- проанализирован и разобран технологический процесс, на основе чего разработана принципиальная технологическая схема НГЦУ;
- в соответствии с требованиями к иерархии ТЗ разработана структурная схема комплекса технических средств;
- осуществлен выбор средств автоматизации с учетом уже имеющихся КИПиА;
- разработаны принципиальные электрические схемы НГЦУ на основе НТД и паспортов на имеющееся и подобранное новое оборудование;
- разработано алгоритмическое обеспечение АСУ;
- произведено моделирование составной части технологического процесса НГЦУ;
- осуществлена разработка системы диспетчеризации для визуализации и управления технологическим процессом.

Результаты работы могут быть использованы при реализации АСУ НГЦУ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Громаков Е. И. Проектирование автоматизированных систем: учебно-методическое пособие. – Томск: Томский политехнический университет, 2010. – 173 с.
- 2 Комиссарчик В. Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. – Тверь: ТГТУ, 2001. – 247 с.
- 3 Поваров А. И. Гидроциклоны. – М.: Госгортехиздат, 1961. – 265 с.
- 4 Волощенко А. В. Проектирование систем автоматического контроля и регулирования: учебное пособие. – Томск: Томский политехнический университет, 2011. – 108 с.
- 5 Лукас В. А. Теория управления техническими системами: учебное пособие для вузов. – 4-е изд., испр. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. – 677 с.
- 6 Казанцев В. П. Системы управления исполнительными механизмами: учебное пособие. – Пермь: Изд-во Перм гос. техн. ун-та, 2010. – 216 с.
- 7 Интерактивный каталог СА 01 – 2015.
- 8 Каталог ST PCS 7 – 2009. Версия 7.1.
- 9 Brochures Siemens ST 70 – 2013.
- 10 Пакет сметной документации на объект "Система управления гидроциклонной установкой отделения дробления и измельчения руды".
- 11 Инструкция группы гидроциклонов NP660-7XLQ.
- 12 Инструкция по сборке, монтажу, техническому обслуживанию, уходу и эксплуатации шламового насоса 450HTU-NZJA-MR.
- 13 "How do you configure a connection between Wincc flexible Runtime (PC/Panel) and a SIMATIC S7-300/400 via Industrial Ethernet?". WinCC flexible FAQ, August 2008.
- 14 IC CSR 26000:2011 Социальная ответственность организации. Требования. Международный стандарт.
- 15 ГОСТ 12.0.002-80 система стандартов безопасности труда. Термины и определения.

- 16 12.0.003-74 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- 17 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
- 18 ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

Приложение А

Схема принципиальная технологическая НГЦУ

Приложение Б

Схема структурная комплекса технических средств

Приложение В
Вид общий оборудования НГЦУ

Приложение Г
Схема автоматизации

Приложение Д
Схема принципиальная электрическая

Приложение Е
Календарный план-график выполнения работ